

**PENGARUH CAMPURAN EKSTRAK BATANG BROTOWALI DAN
RIMPANG KUNYIT TERHADAP MORTALITAS
DAN AKTIVITAS MAKAN ULAT KROP (*Crocidolomia pavonana* F.)
PADA TANAMAN SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)**

Oleh

**YULIA SAFITRI
1311060226**

PROGRAM STUDI: PENDIDIKAN BIOLOGI



**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H / 2018**

**PENGARUH CAMPURAN EKSTRAK BATANG BROTOWALI DAN
RIMPANG KUNYIT TERHADAP MORTALITAS DAN
AKTIVITAS MAKAN ULAT KROP (*Crocidolomia pavonana* F.)
PADA TANAMAN SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)**

SKRIPSI

**Diajukan untuk Melengkapi Tugas-tugas dan Memenuhi Syarat
Guna Memperoleh Gelar Sarjana Pendidikan (S.Pd)**



Pembimbing I : Dr. H. Agus Jatmiko, M. Pd
Pembimbing II : Ovi Prasetya Winandari, M. Si

**FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN
LAMPUNG
1439 H / 2018**

ABSTRAK

PENGARUH CAMPURAN EKSTRAK BATANG BROTOWALI DAN RIMPANG KUNYIT TERHADAP AKTIVITAS MAKAN DAN MORTALITAS ULAT KROP (*Crocidolomia pavonana* F.) PADA TANAMAN SAWI CAISIM (*Brassica juncea* L.)

Oleh
YULIA SAFITRI

Ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) merupakan hama utama kedua yang menyerang tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.). Penanggulangan hama ulat krop dengan menggunakan pestisida sintetik dapat menimbulkan dampak negatif seperti resistensi hama, pencemaran lingkungan dan efek residu pestisida yang berbahaya bagi kesehatan manusia. Oleh karena itu digunakan alternatif lainnya yaitu menggunakan pestisida nabati. Salah satu tumbuhan yang dapat dimanfaatkan sebagai pestisida nabati yaitu Brotowali (*Tinospora crispa*) dan Kunyit (*Curcuma domestica*). Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) Metode yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 6 perlakuan dan 4 kali pengulangan yaitu dengan masing-masing konsentrasi 0%, 35%, 40%, 45%, 50% dan 55%. Data dari hasil penelitian ini dianalisis dengan menggunakan *Analysis of Variance* (ANOVA) dan dilanjutkan dengan uji LSD (*Least Significant Difference*) pada taraf 5%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa campuran ekstrak batang brotowali dan Kunyit berpengaruh terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop. Konsentrasi ekstrak yang paling efektif untuk mengukur tingkat mortalitas dan daya hambat aktivitas makan ulat krop yaitu konsentrasi 55%, dengan rata-rata presentase mortalitas 80% dan rata-rata presentase daya hambat aktivitas makan 81,69%.

Kata kunci: Aktivitas makan, *Brassica juncea* L., *Crocidolomia pavonana* F., *Curcuma domestica*, Ekstrak *Tinospora crispa*, Mortalitas.



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Let. Kol. H. Endro Suratmin Sukarame Bandar Lampung (0721) 703260

PERSETUJUAN

Judul Skripsi

**PENGARUH CAMPURAN EKSTRAK BATANG
BROTOWALI DAN RIMPANG KUNYIT
TERHADAP MORTALITAS DAN AKTIVITAS
MAKAN ULAT KROP (*Crocidolomia pavonana* F.)
PADA TANAMAN SAWI CAISIM (*Brassica juncea*
L.)**

Nama Mahasiswa : Yulia Safitri
NPM : 1311060226
Jurusan : Pendidikan Biologi
Fakultas : Tarbiyah dan Keguruan

MENYETUJUI:

Untuk dimunaqasyahkan dan dipertahankan dalam sidang munaqasyah
Fakultas Tarbiyah Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung

Pembimbing I

Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd
NIP. 196208231999031001

Pembimbing II

Ovi Prasetya Winandari, M.Si
NIP. -

Mengetahui,
Ketua Jurusan Pendidikan Biologi

Dr. Bambang Sri Anggoro, M.Pd
NIP. 198402282006041004



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI RADEN INTAN LAMPUNG
FAKULTAS TARBIYAH DAN KEGURUAN

Alamat: Jl. Let. Kol. H. Endro suratmin, Sukarame Bandar Lampung Telp. (0721) 703260

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul **“Pengaruh Campuran Ekstrak Batang Brotowali Dan Rimpang Kunyit Terhadap Mortalitas Dan Aktivitas Makan Ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) Pada Tanaman Sawi Caisim (*Brassica juncea* L.)”** disusun oleh: **Yulia Safitri**, NPM. 1311060226, Jurusan: Pendidikan Biologi, telah diujikan dalam sidang Munaqosyah Fakultas Tarbiyah dan Keguruan pada: Hari/Tanggal: Jum'at, 1 Februari 2019.

TIM PENGUJI

Ketua : Dr. H. R. Masykur, M.Pd

Sekretaris : Akbar Handoko, M.Pd

Penguji Utama : Dr. Eko Kuswanto, M.Si

Penguji Pendamping I : Dr. H. Agus Jatmiko, M.Pd

Penguji Pendamping II : Ovi Prasetya Winandari, M.Si

Mengetahui

Dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan

Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M.Pd

NIP. 19560810 198703 1001

MOTTO

ظَهَرَ الْفَسَادُ فِي الْبَرِّ وَالْبَحْرِ بِمَا كَسَبَتْ أَيْدِي النَّاسِ لِيُذِيقَهُمْ بَعْضَ الَّذِي عَمِلُوا لَعَلَّهُمْ
يَرْجِعُونَ ﴿٤١﴾

Artinya: “telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”. (QS. Ar-Ruum Ayat 41).



PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT, Penulis mempersembahkan karya sederhana “Skripsi” ini sebagai tanda bukti dan kasih sayang penulis kepada :

1. Kedua orang tua, yang sangat saya hormati Ayahanda Atman dan Ibunda Fitriati tercinta atas ketulusannya mendidik, membesarkan dan membimbing penulis dengan segala pengorbanan, kasih sayang serta keikhlasan didalam do'anya hingga menghantarkan penulis menyelesaikan pendidikan di UIN Raden Intan Lampung.
2. Seluruh Keluarga Besar ku tersayang, terkhusus adikku Amelia Putri, terimakasih atas doa, semangat dan kasih sayang semuanya.
3. Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung.



RIWAYAT HIDUP

Penulis adalah anak pertama dari dua bersaudara dari pasangan Bapak Atman dan Ibu Fitriati, dilahirkan di Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung, pada tanggal 8 Juli 1995.

Penulis mulai menempuh pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 2 Kampung Baru, Kecamatan Kotabumi Tengah, Provinsi Lampung yang diselesaikan pada tahun 2007. Penulis melanjutkan pendidikan sekolah menengah pertama di SMP Negeri 10 Kotabumi, mengikuti ekstrakurikuler rohis yang diselesaikan pada tahun 2010. Pendidikan selanjutnya yaitu sekolah menengah atas di SMA Negeri 1 Kotabumi, Kabupaten Lampung Utara diselesaikan pada tahun 2013. Pada jenjang ini penulis kembali mengikuti kegiatan Rohani Islam (Rohis).

Pada tahun 2013, penulis melanjutkan pendidikan perguruan tinggi di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung pada jurusan Pendidikan Biologi, Fakultas Tarbiyah dan Keguruan. Selama menjadi mahasiswa penulis tergabung dalam Himpunan Mahasiswa Jurusan Pendidikan Biologi (HMJ Biologi) pada tahun 2014.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, pencipta semesta alam yang telah memberikan tufik dan hidayah-NYA kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini. Tersusunnya skripsi ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan semua pihak, untuk itu penulis mengucapkan terimakasih kepada:

1. Prof. Dr. Moh. Mukri, M.Ag selaku rektor Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung beserta jajarannya.
2. Prof. Dr. H. Chairul Anwar, M. Pd, selaku dekan Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung beserta jajarannya.
3. Dr. Bambang Sri Anggoro, M. Pd, selaku Ketua Jurusan Pendidikan Biologi.
4. Dr. H. Agus Jatmiko, M. Pd, selaku Pembimbing I yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi. Ovi Prasetya Winandari, M. Si, selaku Pembimbing II yang telah memberikan bimbingan, arahan dan saran kepada penulis selama penyusunan skripsi.
5. Dosen Fakultas Tarbiyah dan Keguruan yang telah mendidik dan memberikan ilmu pengetahuan kepada penulis selama penyusunan skripsi.
6. Sahabat-sahabatku dan teman-teman seperjuangan program studi pendidikan biologi Fakultas Tarbiyah dan Keguruan Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung Angkatan 2013, khususnya kelas Biologi F, Tri Wulandari, Heni Permita, Nanda Bella Pertiwi, Lisa Fatmasari, Agustina Mutiara Sari, Erma Fitria Sari, Husnita Sari, Devi Komalasari, Putri Oktariani S. Muhklas

Supriadi, Aziz Kurniawan terimakasih atas kebersamaan yang telah terbangun selama ini.

7. Sahabat-sahabat seperjuangan yang selalu menemani dan selalu membantu Lusita Rahmadany, Mayang Anggi Astuti, Maulidiah, Yunita Kurniawati, Salpiyana, Vera veronika, Larassati denhi terimakasih untuk segala doa, semangat dan motivasi kepada penulis selama bimbingan sampai terselesaikannya skripsi ini.
8. Adik-Adik kosanku Eka Novita Sari, Rika Amiyana, Rita Komala Dewi yang selalu memberikan dukungan, motivasi dan semangat kepada penulis selama menyelesaikan skripsi.
9. Almamater UIN Raden Intan Lampung kebanggaanku yang telah mendewasakanku dalam berpikir dan bertindak.
10. Semua pihak yang telah membantu dan memberikan semangat, motivasi dan doa nya untuk keberhasilan penulis dalam menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Bandar Lampung, Februari 2019

Yulia Safitri

NPM. 1311060226

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
ABSTRAK	ii
PERSETUJUAN.....	iii
PENGESAHAN	iv
MOTTO	v
PERSEMBAHAN.....	vi
RIWAYAT HIDUP	vii
KATA PENGANTAR.....	viii
DAFTAR ISI.....	x
DAFTAR TABEL.....	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
A. Latar belakang.....	1
B. Identifikasi masalah	9
C. Batasan masalah	10
D. Rumusan masalah	10
E. Tujuan penelitian.....	11
F. Manfaat penelitian	11
BAB II. LANDASAN TEORI	12
A. Tanaman sawi	12
1. Morfologi Tanaman Sawi.....	13
2. Jenis-Jenis Sawi	17
B. Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.).....	18
1. Siklus Hidup (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.).....	20
2. Morfologi Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.)	20
3. Gejala Serangan Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.)	21
C. Pestisida Nabati	22
1. Keunggulan dan Kelemahan Pestisida Nabati	23
D. Brotowali (<i>Tinospora crispa</i>).....	24
1. Morfologi Tanaman Brotowali (<i>Tinospora crispa</i>)	25
2. Kandungan Tanaman Brotowali (<i>Tinospora crispa</i>).....	26
3. Manfaat Tanaman Brotowali (<i>Tinospora crispa</i>)	27
E. Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>)	28
1. Morfologi Tanaman Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>)	29
2. Kandungan Tanaman Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>)	31
3. Manfaat Tanaman Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>).....	32
F. Kerangka pikir	33
G. Hipotesis Penelitian	35

BAB III METODOLOGI PENELITIAN	36
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
B. Alat dan Bahan Penelitian.....	36
C. Populasi dan Sampel Penelitian	37
D. Jenis Penelitian	37
E. Desain Penelitian.....	37
F. Cara Kerja Penelitian.....	39
1. Pembuatan ekstrak	39
2. Persiapan larva uji.....	40
3. Persiapan media	41
4. Pelaksanaan.....	41
5. Parameter Pengamatan.....	42
G. Teknis Analisis Data	44
H. Alur Kerja Penelitian	45
BAB IV HASIL PENGAMATAN DAN PEMBAHASAN	46
A. Hasil Pengamatan	46
B. Pembahasan.....	56
C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar.....	66
BAB V PENUTUP	69
A. Kesimpulan.....	69
B. Saran.....	69
DAFTAR PUSTAKA	70
LAMPIRAN	75

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi Sawi dalam 100 gram	13
Tabel 2. Jumlah Campuran Ekstrak Batang Brotowali Dan Rimpang Kunyit yang Diperlukan Pada Penelitian.....	38
Tabel 3. Penentuan Campuran Ekstrak Batang Brotowali dan Rimpang Kunyit	39
Tabel 4. Parameter Pengamatan Mortalitas Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) .	43
Tabel 5. Parameter Pengamatan Aktivitas makan (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.).....	43
Tabel 6. Uji <i>One Way</i> ANOVA Terhadap Mortalitas Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) Selama 48 Jam.....	48
Tabel 7. Hasil Uji BNT atau Uji LSD Mortalitas Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) Pada Taraf 5%	49
Tabel 8. Uji <i>One Way</i> ANOVA Terhadap Aktivitas Makan Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) Selama 48 Jam.....	53
Tabel 9. Hasil Uji BNT atau Uji LSD Aktivitas Makan Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) Pada Taraf 5%	52
Tabel 10. Hasil Ekstraksi Batang Brotowali (<i>Tinospora crispa</i>) dan Rimpang Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>).....	53

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Tanaman Sawi Caisim (<i>Brassica juncea</i> L.)	12
Gambar 2. Akar Tanaman Sawi Caisim.....	14
Gambar 3. Batang Tanaman Sawi Caisim	14
Gambar 4. Daun Tanaman Sawi Caisim	15
Gambar 5. Bunga Tanaman Sawi Caisim	16
Gambar 6. Biji Tanaman Sawi Caisim.....	16
Gambar 7. Larva Ulat Krop	19
Gambar 8. Siklus Hidup Ulat Krop.....	20
Gambar 9. Gejala Serangan Ulat Krop	21
Gambar 10. Tanaman Brotowali.....	25
Gambar 11. Tanaman Kunyit	28
Gambar 12. Rimpang Tanaman Kunyit	30
Gambar 13. Grafik Konsentrasi Respon Kematian Ulat Krop (<i>Crocitolomia pavonana</i> F.) Pada Berbagai Konsentrasi Setelah 48 Jam Perlakuan	47
Gambar 14. Grafik Konsentrasi Respon Aktivitas Makan Ulat Krop (<i>Crocitolomia pavonana</i> F.) Pada Berbagai Selama 48 Jam Perlakuan	50

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Alat dan Bahan Penelitian	76
Lampiran 2. Proses Ekstraksi Batang Brotowali dan Rimpang Kunyit.....	82
Lampiran 3. Pembiakkan Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.)	85
Lampiran 4. Pengaplikasian Ekstrak Pada Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) .	86
Lampiran 5. Perhitungan Manual Pembuatan Ekstrak Batang Brotowali (<i>Tinospora Crispa</i>) dan Rimpang Kunyit (<i>Curcuma domestica</i>).....	90
Lampiran 6. Perhitungan Mortalitas Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.)	91
Lampiran 7. Perhitungan Aktivitas Makan Ulat Krop (<i>Crocidolomia pavonana</i> F.) .	96
Lampiran 8. Silabus Kegiatan Pembelajaran	100
Lampiran 9. Panduan Praktikum.....	103
Lampiran 10. Surat-Surat	111



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar belakang

Sayuran adalah salah satu bagian bahan pangan sehat, oleh karena itu keperluan masyarakat akan sayuran mengalami peningkatan sejalan dengan kesadaran masyarakat akan kehidupan yang sehat. Dari beraneka ragam sayuran budidaya contohnya adalah Sawi (*Brassica juncea* L.) yaitu jenis tanaman sayur yang mempunyai nilai komersial dan prospek yang baik.¹

Budidaya sawi cukup mudah untuk dilakukan bagi petani atau pemula yang ingin menekuni agrobisnis tanaman ini, selain itu pertumbuhan tanaman ini juga begitu cepat karena tanaman ini memiliki umur yang relatif pendek mulai dari masa awal penanaman sampai pemanenan.

Dahulunya di Indonesia diketahui tiga jenis sawi diantaranya sawi putih, sawi hijau dan sawi huma. Namun sekarang juga dikenal sawi caisim, sawi keriting dan sawi monumen. Dari berbagai jenis sawi tersebut sekarang sawi caisim atau dikenal juga dengan sawi bakso menjadi yang cukup terkenal karena varietas sawi ini cukup banyak digunakan untuk berbagai makanan seperti bakso, mie dan beberapa masakan khas negara Cina.

Tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) adalah tanaman yang mampu beradaptasi pada berbagai iklim dan tempat. Tanaman ini biasanya hidup dengan iklim subtropis namun mampu pula hidup pada iklim tropis, dan juga kebanyakan

¹Sartono Joko Santosa. "Pengendalian Ulat Daun Sawi (*Crocidolomia binotalis* Zell.) dengan Insektisida Organik". "Jurnal" Innofarm. Vol. 10, No. 1, 2001. h. 68

ditanam pada dataran rendah, akan tetapi juga bisa ditanam di dataran tinggi. Kebutuhan sawi caisim saat ini semakin mengalami peningkatan seiring dengan populasi manusia dan manfaatnya untuk kesehatan. Sawi caisim juga dikenal dengan sawi hijau, sawi mempunyai kandungan protein, lemak, karbohidrat, kalsium, fosfor, besi, vitamin A, vitamin B dan vitamin C. Berbagai kegunaan sawi untuk kesehatan yaitu dapat menghilangkan rasa gatal di tenggorokan bagi yang menderita batuk, membantu meredakan sakit kepala, sebagai komponen pembersih darah, membuat ginjal berfungsi lebih baik serta memperbaiki dan melancarkan pencernaan.²

Menurut data BPS Sulawesi Tenggara periode 2002/2003 produksi sawi 18, 313 kwintal per hektar dengan luas 523 ha. Hal ini menunjukkan produksi tanaman sawi masih dibawah produksi nasional yaitu 800-900 kuintal per ha. Permintaan konsumen terhadap sawi selalu mengalami peningkatan, sementara produksi tanaman sawi masih tergolong rendah.³

Penyebab rendahnya produksi tanaman sawi salah satunya adalah Organisme Pengganggu Tumbuhan (OPT) yang berbentuk hama, penyakit, nematoda ataupun gulma yang bersifat mengganggu. Daya jual sawi caisim yang begitu tinggi membuat petani memakai pestisida untuk mengupayakan pengendalian OPT. Agar upaya dalam mengendalikan OPT sawi caisim berhasil, petani telah mencampurkan 3-7 jenis pestisida dan menyemprotkan pestisida tersebut dengan rentang 2-3 hari sekali, jadi total penyemprotan pada setiap

²Fuat Fahrudin. “Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing”. “Skripsi” Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret, 2009. h.2 et seqq

³Edi surya, Rizka zahara. “Pengaruh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)”. “Jurnal” Edubio Tropika. Vol. 4, No. 2, 2016. h.5

penanaman sawi bisa sampai 15-30 kali. Jika terjadi pengendalian hama seperti yang sudah dilakukan tersebut bisa diketahui sudah terjadi banyak akibat pemakaian pestisida yang tak sesuai dengan peraturan sistem pengendalian hama terpadu (PHT).

Frekuensi penggunaan yang begitu tinggi dan cara pengaplikasian pestisida yang kurang bijaksana tersebut dapat memberikan dampak negatif yang luar biasa seperti resistensi dan resurgensi, terbunuhnya organisme yang berguna bagi tanaman, pencemaran lingkungan serta gangguan kesehatan manusia. Residu dari pestisida sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena mampu mengakibatkan penyakit kanker, ginjal, mutasi genetik dan lain-lain. Kandungan residu yang tinggi bisa membuat nilai jual komoditi sayuran tersebut mengalami penurunan khususnya untuk keperluan ekspor sehingga secara ekonomi bisa sangat merugikan.

يَرْجِعُونَ لَعَلَّهُمْ يَعْمَلُوا الَّذِي بَعْضُ لِيَدِيْقَهُمُ النَّاسُ اَيْدِي كَسَبَتْ بِيْمَاوَالْبَحْرِ الْبَرِّ فِي الْفَسَادُ ظَهَرَ

Artinya: *“telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)”*. (Qs. Ar-Rum:41)⁴

Berdasarkan tafsir Quraish Shihab menjelaskan bahwa “telah terlihat kebakaran, kekeringan, kerusakan, kerugian perniagaan dan ketertenggelaman

⁴Departemen Agama RI. “*Al-Qur'an dan Terjemahannya*”. (Surabaya: CV.Pustaka Agung Harapan, 2006). h. 576

yang diakibatkan kejahatan dan dosa-dosa yang dilakukan manusia. Allah menghendaki untuk menghukum manusia di dunia dengan perbuatan-perbuatan mereka, agar mereka bertaubat dari kemaksiatan”.⁵

Strategi pengendalian hama pada tanaman sayuran, terutama sayuran untuk di konsumsi segar yang ramah lingkungan dan aman begitu sangat diperlukan. Salah satu teknologi yang harus dikembangkan adalah formulasi insektisida nabati berbahan metabolit sekunder tumbuhan. Sifat-sifat dari insektisida nabati diantaranya adalah mudah terurai di alam (*biodegradable*), relatif aman terhadap musuh alami hama (*selectivity*), dapat dipadukan dengan komponen pengendalian hama lain (*compatibility*), dapat membuat laju resistensi menjadi lebih lambat dan menjamin ketahanan dan keberlanjutan dalam berusaha tani (*sustainability*).⁶

Organisme yang menjadi hama tak hanya pada suatu golongan dunia binatang. Organisme-organisme tersebut sangat beragam seperti juga tingkah lakunya yang membuat mereka tidak diinginkan. Serangga merupakan spesies yang paling banyak menjadi hama (75% dari spesies dunia binatang adalah serangga). Sejumlah tungau, kutu, nematoda, moluska dan invertebrata lainnya juga dapat menjadi hama.⁷

Hama yang begitu sering melakukan serangan tanaman yang merupakan keluarga *crucifera* ini adalah *Crocitolomia binotalis* Zeller atau sekarang dikenal

⁵Quraish, Shihab. *Tafsir Al-Qur'an* (On-Line), tersedia di <http://tafsirq.com/2015>

⁶Dadang, Djoko Prijono. “Pengembangan Teknologi Formulasi Insektisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Sayuran Dalam Upaya Menghasilkan Produk Sayuran Sehat”. “Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia”. Vol. 12, No.2, 2011. h.100 et seq

⁷ Marry Louise Flint, Robert Van Den Bosch. “Introduction to Integrated pest managemant”. Terjemahan Kartini Indah K, John Priyadi (Yogyakarta: Kanisius, 1990), h. 10

dengan *Crocidolomia pavonana* F. hama ini dapat menyebabkan kerusakan pada tanaman sawi sampai dengan 100%. Hama ini merupakan hama kedua utama yang melakukan serangan pada sawi sesudah ulat tritip (*Plutella xylostella*), ulat krop ini kerap kali dijumpai berdampingan dengan ulat tritip. Ulat ini bersifat *kosmopolit* atau dapat hidup di macam-macam kondisi lingkungan.⁸

Larva *Crocidolomia pavonana* F. diketahui menjadi hama yang amat serakah yaitu dengan cara menyerang tunas serta daun sawi yang lebih tua sampai akhirnya mengarah ke pusat tumbuh yang akan membuat daun menjadi berlubang dan kualitasnya menurun.⁹



Berdasarkan tafsir Jalalayn menjelaskan bahwa “(lalu Dia menjadikan mereka seperti daun-daun yang dimakan) atau bagaikan daun tanaman yang dimakan oleh ternak, kemudian diinjak-injak dan dicabik-cabiknya”.¹¹

⁸Dwi Indah Prawesti. “Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crocidolomia binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)”. “Jurnal”. Vol. 6, No.8, 2017. h.499 et seq

⁹Kalbi Rikardo, dkk. “Toksisitas Ekstrak Biji Pinang (*Areca catechu* L.) Terhadap Ulat Krop Kubis (*Crocidolomia pavonana* F.) Di Laboratorium”. “Jurnal Agrotek Tropika”. Vol.6, No.1, 2018. h.44

¹⁰Departemen Agama RI. *Op.Cit*, h.44

¹¹Jalalayn. *Tafsir Al-Qur'an* (On-Line), tersedia di <http://tafsirq.com/105-Al-Fil/ayat-5.2015>

Penggunaan pestisida kimia pada budidaya pertanian sudah begitu lama dilaksanakan dan petani juga sudah bergantung begitu tinggi pada pestisida ini. Harga pestisida kimia yang terus meningkat sudah mengakibatkan biaya produksi pertanian juga mengalami peningkatan. Biaya ini pastinya akan mengakibatkan tingginya harga produksi untuk barang-barang yang diunggulkan pada negara itu.

Pemakaian bahan kimiawi pada pestisida kimia sudah memberikan perani begitu maksimal terhadap kejayaan pertanian. Namun, pemakaiannya sudah menyebabkan hama dan penyakit tanaman menjadi kebal terhadap pestisida tertentu secara terus-menerus serta meninggalkan sejumlah residu yang berbahaya. Hal ini pula membuat manusia menjadi sadar untuk memelihara serta mengatasi kerusakan lingkungan yang diakibatkan oleh pestisida kimia. Maka dari itu, zat alternatif dari pestisida sintetik mesti dicari dan dimaksimalkan penggunaannya. Agar dapat mengurangi seringnya pemakaian pestisida sintetik tersebut yaitu dengan cara mengubahnya dengan pestisida dari bahan nabati, lantaran hasil penelitian membuktikan sesungguhnya bagian tanaman yang di ekstraksi memiliki senyawa metabolit sekunder (senyawa kimia) yang bersifat toksik terhadap hama.

Pestisida nabati yaitu sebuah pestisida yang materi penyusunnya terdiri dari tumbuhan yang dibuat dengan kemampuan dan pengetahuan yang terbatas. Oleh sebab itu pestisida ini mudah terurai dalam sehingga tidak mencemari lingkungan, dan relatif aman bagi kesehatan manusia karena residunya mudah hilang. Sedangkan pestisida sintetik dianggap sebagai bahan pengendali hama dan

penyakit tumbuhan paling praktis, mudah diperoleh, mudah dikerjakan dan hasilnya cepat terlihat.¹²

﴿كَرِيمٌ زَوْجٌ كُلِّ مِنْ فِيهَا أَنْبَتْنَا كَرَامًا لَا تَرْضَى إِلَى يَوْمِ الْوَأُولَمِ﴾

Artinya: “dan Apakah mereka tidak memperhatikan bumi, berapakah banyaknya Kami tumbuhkan di bumi itu berbagai macam tumbuh-tumbuhan yang baik?”. (QS. As-Syu’ara;7).¹³

Pada tafsir Quraish Shihab dijelaskan bahwa “jika mereka mau memikirkan dan melakukan pengamatan tentang hal itu, tentunya mereka bisa memperoleh petunjuk. Kamilah yang mengeluarkan dari bumi ini beraneka macam tumbuh-tumbuhan yang bermanfaat.. Dan segalanya bisa dikerjakan oleh Tuhan yang Mahaesa dan Mahakuasa saja.¹⁴

Contoh tanaman yang bisa dimanfaatkan menjadi pestisida alami yaitu brotowali (*Tinospora crispa*) merupakan tumbuhan yang dapat digunakan sebagai obat dari famili Menispermaceae yang mempunyai banyak kegunaan karena dapat berfungsi sebagai obat dari beragam penyakit diantaranya rematik, kencing manis, sakit kuning dan berbagai penyakit yang lain. Brotowali dilaporkan memiliki

¹²Arif Bayu Satria. “Pengembangan Potensi Daun dan Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Sebagai Insektisida Alami Untuk Pengendalian Hama Wereng Coklat Pada Tanaman Padi (*Oriza Sativa* L.)”. “Jurnal FMIPA Universitas Negeri Semarang”. 2014. h.110

¹³Departemen Agama RI. *Op. Cit*, h.3

¹⁴Quraish, Shihab. *Op. Cit*, h.3

kandungan zat alkaloid (pikroretin, barberin, palmatin, kolumbin), damar lunak, glikosida, flavonoid, tinokrisposid dan triterpenoid (saponin).¹⁵

Zat alkaloid, tinokrisposid dan triterpenoid merupakan senyawa metabolit sekunder yang bersifat antimakan (*antifeedant*) karena memiliki rasa yang pahit sehingga serangga akan menolak untuk makan. Senyawa flavonoid juga merupakan suatu bahan yang berperan untuk membuat pestisida nabati, sebagai insektisia nabati, flavonoid memasuki mulut larva melewati saluran pernapasan dan membuat sistem saraf menjadi lemah dan juga mengakibatkan rusaknya sistem pernapasan. Efeknya serangga tidak dapat bernapas dan akibatnya mengalami kematian.¹⁶

Pada tanaman kunyit (*Curcuma domestica*) juga terkandung senyawa yang mempunyai khasiat sebagai obat yang mencakup kurkumin, desmetoksikumin 10% dan bisdesmetoksikurkumin 1-5% serta senyawa-senyawa yang memiliki manfaat. Manfaat minyak atsiri pada serangga dapat bersifat menolak, menarik, racun kontak, racun pernapasan, menurunkan nafsu makan, penghambat peletakkan telur, penghambat pertumbuhan, menurunkan fertilitas dan sebagai anti serangga vektor.¹⁷

Di Indonesia tanaman brotowali (*Tinospora crispa*) dan kunyit (*Curcuma domestica*) belum dimanfaatkan secara maksimal. Masyarakat masih banyak yang belum memahami beberapa kemampuan lain yang dimiliki kedua tanaman ini.

¹⁵Rodhiyah Eka Septian, et al. “Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowali Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit”. “Jurnal FMIPA Biologi Universitas Negeri Surabaya,”. Vol.2, No.1, 2013.,h.108.

¹⁶Arif Bayu Satria.*Op. Cit* .h. 6

¹⁷Sri Yuni Hartati. “Prospek Pengembangan Minyak Atsiri Sebagai Pestisida Nabati”. “Jurnal Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat”, Vol.11, No.1, 2012. h.45 et seq

tanaman-tanaman ini seringkali hanya dianggap tanaman yang berfungsi sebagai obat atau tanaman penghias saja. Senyawa kimia yang terkandung pada tanaman brotowali dan kunyit memiliki banyak kegunaan yang dapat menciptakan suatu penemuan terbaru dalam membuat pestisida alami untuk memberantas hama, selain itu bahan dasarnya juga mudah untuk diperoleh dan diharapkan dapat memberikan pengaruh yang baik untuk para petani.

Pemanfaatan campuran ekstrak tanaman brotowali dan kunyit untuk mengendalikan ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) merupakan prospek yang penting dalam meningkatkan hasil produksi tanaman sawi caisim, karena pestisida nabati dapat dimanfaatkan pada bentuk tunggal maupun campuran. Pemanfaatan pestisida nabati pada bentuk campuran yang bersifat sinergis dapat mengefisiensikan pemanfaatan tumbuhan serta mengurangi ketergantungan pada satu macam tumbuhan.¹⁸ Sehingga kebutuhan dan permintaan akan sawi caisim yang cukup tinggi dapat terpenuhi.

B. Identifikasi masalah

Dari latar belakang masalah yang telah dijelaskan, masalah yang dapat diidentifikasi yaitu:

1. Menurunnya produksi sawi caisim (*Brassica juncea* L.) yang disebabkan oleh ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.).

¹⁸Yan Yanuar S, Dadang Djoko Prijono. "Aktivitas Insektisida Ekstrak Buah *Piper aduncum* L. (*Piperaceae*) dan *Sapindus rarak* DC. (*Sapindaceae*) Serta Campurannya Terhadap Larva *Crociodolomia pavonana* F.) (*Lepidoptera: Crambidae*)". "Jurnal Entomologi Indonesia". Vol.10, No.1, 2013. h.41

2. Pemanfaatan pestisida sintetis pada tumbuhan dapat memberikan akibat berupa residu yang tertinggal pada tanaman dapat merusak komponen lingkungan karena bahan penyusunnya sangat sulit terurai di alam.
3. Belum adanya pemanfaatan tanaman brotowali (*Tinospora crispa*) dan kunyit (*Curcuma domestica*) sebagai pestisida nabati untuk pengendalian hama ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.)

C. Batasan masalah

Berdasarkan masalah yang telah diidentifikasi, masalah tersebut diberikan batasan sebagai berikut:

1. Pestisida nabati yang digunakan pada penelitian ini adalah batang brotowali dan rimpang kunyit.
2. Objek pada penelitian ini yaitu larva *Crocidolomia pavonana* F.

D. Rumusan masalah

Masalah yang akan diteliti pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:
Apakah ada pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.)

E. Tujuan penelitian

Adapun tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.).

F. Manfaat penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat sebagai:

1. Bahan informasi untuk masyarakat dalam pemanfaatan batang brotowali dan rimpang kunyit untuk membasmi ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.)
2. Sumber data bagi peneliti untuk menyusun skripsi yang merupakan salah satu syarat untuk menempuh ujian sarjana.
3. Wawasan untuk peneliti dalam ilmu biologi pada tingkat SMA kelas X semester 1, pada materi ekosistem.

BAB II

LANDASAN TEORI

A. Tanaman sawi

Tanaman sawi diduga berasal dari Tiongkok (Cina) dan Asia Timur. Konon di daerah Cina, tanaman ini telah dibudidayakan sejak 2.500 tahun yang lalu. Kemudian menyebar luas ke Filipina dan Taiwan. Masuknya sawi ke wilayah Indonesia diduga pada abad XIX bersamaan dengan lintas perdagangan jenis sayuran subtropis lainnya terutama kelompok kubis-kubisan (*Cruciferae*).

Tanaman sawi merupakan tanaman dikotil berbentuk perdu dengan sifat pertumbuhan dwimusim. Diantara sayuran daun, sawi caisim merupakan komoditas yang memiliki nilai komersial dan digemari masyarakat Indonesia. Konsumen menggunakan daun caisim baik sebagai bahan pokok maupun sebagai pelengkap masakan tradisional.



Gambar 1. Tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.)

Sumber: Dokumen pribadi

Tanaman sawi dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

Kingdom	: Plantae
Divisi	: Magnoliophyta
Kelas	: Magnoliopsida
Ordo	: Rhedales (Brassicales)
Famili	: Cruciferae (Brassicaceae)
Genus	: Brassica
Spesies	: <i>Brassica juncea</i> L.

Tabel 1. Kandungan Zat Gizi Sawi dalam 100 gram

Zat gizi	Jumlah
Protein (g)	2,3
Lemak (g)	0,3
Karbohidrat (g)	4
Ca (mg)	220
P (mg)	38
Fe (mg)	2,9
Vitamin A (mg)	1940
Vitamin B (mg)	0,09
Vitamin C (mg)	102

Sumber : Direktorat Gizi Departemen Kesehatan RI (2001), dalam Suhartini, IGP Suryadarma dan Budiwari, (2017).

1. Morfologi Tanaman Sawi

Tanaman sawi berkembang pesat di dataran rendah maupun datarn tinggi yang telah dikenal daerah pertaniannya. Tanaman ini masih satu keluarga dengan

kubis, brokoli dan lobak yaitu famili cruciferae. Oleh karena itu sifat morfologi tanamannya hampir sama, terutama pada sistem perakaran, struktur batang, bunga, buah dan bijinya. Adapun morfologi tanaman sawi caisim yaitu:

a. Akar



Gambar 2. Akar tanaman sawi caisim

Sumber : Dokumen pribadi

Tanaman sawi caisim memiliki sistem perakaran tunggang (*Radix primaria*) dan cabang-cabang akar yang berbentuk bulat panjang (silindris) menyebar ke semua arah pada kedalaman antara 30-50 cm.

b. Batang



Gambar 3. Batang tanaman sawi caisim

Sumber : Dokumen pribadi

Tanaman sawi caisim memiliki batang sejati pendek dan tegap. Terletak pada bagian dasar yang berada di dalam tanah. Batang sejati bersifat tidak keras dan berwarna hijau keputih-putihan.

c. Daun



Gambar 4. Daun tanaman sawi caisim

Sumber : Dokumen pribadi

Daun tanaman sawi berbentuk bulat atau bulat panjang ada yang lebar dan ada yang sempit, ada yang berkerut-kerut, tidak berbulu, berwarna hijau muda, hijau keputih-putihan sampai hijau tua. Daun memiliki tangkai daun panjang atau pendek, sempit atau lebar berwarna putih sampai hijau tua, bersifat kuat dan halus. Pelepah-pelepah daun tersusun saling membungkus. Disamping itu, daun juga memiliki tulang-tulang daun yang menyirip dan bercabang-cabang.

d. Bunga



Gambar. 5 Bunga tanaman sawi caisim

Sumber: Dokumen pribadi

Struktur bunga tanaman sawi tersusun dalam tangkai bunga yang tumbuh memanjang dan bercabang banyak. Tiap kuntum bunga terdiri atas empat helai kelopak daun, empat helai daun mahkota bunga berwarna kuning cerah, empat helai benang sari dan satu buah putik yang berongga dua.

e. Buah dan biji



Gambar 6. Buah dan biji tanaman sawi caisim

Sumber : Dokumen pribadi

Buah sawi termasuk buah polong, yaitu bentuknya memanjang dan berongga. Tiap buah (polong) berisi 2-8 butir biji. Biji sawi berbentuk bulat kecil

berwarna coklat atau coklat kehitaman, berukuran kecil, permukaanya mengkilap dan agak keras.

2. Jenis-jenis sawi

Sawi dahulunya hanya dikenal dengan tiga macam jenis yaitu sawi putih, sawi hijau dan sawi huma. Namun sekarang juga dikenal sawi caisim atau sering disebut sawi bakso, sawi keriting dan sawi monumen.

a. Sawi monumen

Sawi monumen tumbuh amat tegak dan berdaun kompak, sawi ini sekilas mirip dengan petsai. Tangkai daunnya berwarna putih berukuran agak lebar dengan tulang daunnya yang juga berwarna putih. Daunnya berwarna hijau segar, jenis sawi ini tergolong yang terbesar dan terberat diantara jenis sawi lainnya.

b. Sawi putih atau sawi jabung (*Brassica juncea* L. Var *rugosa roxb & prain*)

Sawi putih ini merupakan sawi yang paling banyak dikonsumsi oleh masyarakat, karena memiliki rasa yang paling enak diantara jenis sawi lainnya. Sawi ini memiliki daun agak halus dan tidak berbulu. Tulang daunnya lebar, berwarna hijau keputih-putihan, bertangkai pendek dan bersayap.

c. Sawi caisim atau sawi bakso (*Brassica juncea* L.)

Caisim merupakan jenis sawi yang paling banyak dijual dipasar-pasar. Sawi ini memiliki tangkai daun yang panjang langsing berwarna putih kehijauan. Daunnya memanjang, tipis dan berwarna hijau. Mempunyai rasa yang renyah, segar dengan sedikit sekali rasa pahit. Sawi

jenis ini banyak dibutuhkan oleh pedagang mie dan restoran Cina sehingga permintaannya cukup tinggi diantara jenis sawi lainnya.

d. Sawi hijau atau sawi asin (*Brassica rapa* Var. *parasinensis*)

Sawi hijau kurang banyak dikonsumsi sebagai sayur karena rasanya agak pahit, namun rasa pahit yang ada dapat dihilangkan dengan proses pengasinan. Sehingga disebut juga dengan sawi asin. Sawi ini memiliki batang yang pendek dan tegap. Daunnya lebar, berwarna hijau tua, bertangkai pipih, kecil dan berbulu halus.

e. Sawi huma

Sawi jenis ini akan tumbuh baik jika ditanam ditempat-tempat kering. Tanaman ini biasa ditanam setelah akhir musim hujan karena tidak menyukai genangan air.

f. Sawi keriting

Sawi jenis ini memiliki ciri khas daun yang keriting. Bagian daun yang hijau sudah mulai tumbuh dari pangkal tangkai daun. Tangkai daunnya berwarna putih.

B. Ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.)

Crocitolomia pavonana F. merupakan salah satu hama penting bagi tanaman sayuran famili *Cruciferae* (*Brassicaceae*). Hama ini bersifat polifag pada kubis, sawi, brokoli, kubis tunas dan lobak. Hama ini tersebar diseluruh dunia, didaerah tropis, subtropis dan daerah sedang (*temperature*).



Gambar 7. Larva *C.pavonana* F.

Sumber : Dokumen pribadi

Klasifikasi *Crocidolomia pavonana* F. :

Kingdom	: Animalia
Filum	: Arthropoda
Kelas	: Insecta
Ordo	: Lepidoptera
Famili	: Crambidae
Genus	: <i>Crocidolomia</i>
Spesies	: <i>Crocidolomia pavonana</i> F.

Serangan dari larva hama ini menyerang titik tumbuh tanaman, terjadi dari tanaman berumur 15 hari dan akan meningkat terus hingga umur 35 hari setelah penanaman. Larva *C.pavonana* F. dapat menurunkan hasil panen sampai 65,8 % bahkan pada musim kemarau dapat mencapai 100%, hama ini merusak tanaman dengan cara memakan daun serta merusak tunas. Sehingga tanaman muda tidak dapat membentuk tunas baru dan menyebabkan matinya tanaman.

1. Siklus Hidup Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.)



Gambar 8. Siklus hidup ulat krop (*C.pavonana* F.)

Sumber : Cookislands.bishopmuseum.org/moth,caterpillar and pupa *C.pavonana*

Siklus hidup ulat krop (*C.pavonana* F.) dari telur hingga dewasa berlangsung 25 hari, tergantung pada faktor lingkungan, seperti suhu, kelembaban, curah hujan, musuh alami, makanan atau tumbuhan inang. Perkembangbiakan serangga ini adalah *holometabola* yaitu telur-larva-pupa-imago. Alat mulut larva bersifat menggigit-mengunyah, sedangkan alat mulut imagonya bertipe menghisap. Stadium serangga yang sering merusak tanaman adalah larva, sedangkan imagonya hanya menghisap nectar (madu) dari bunga.

2. Morfologi Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.)

Telur *C.pavonana* F. berbentuk bulat dengan diameter 0,8-1,1 mm, mula-mula berhijau muda, jernih dan mengkilap. Namun ketika akan menetas akan berubah menjadi coklat muda dengan bintik hitam ditengahnya. Telur menetas setelah berumur 4-5 hari.

Larva hama ini berwarna hijau dengan garis dorsal pucat dan pita lateral gelap. Larva memiliki panjang 18 mm dan ditumbuhi oleh rambut-rambut. Larva

berkembang melalui empat instar selama 9-10 hari. Setiap instar rata-rata berlangsung 2-3 hari.

Pupanya berwarna coklat kemerahan, terletak didalam tanah dan terlindung oleh kokon yang terbungkus partikel-partikel tanah. Pupa memiliki ukuran 14,4 x 7,79 mm, berlangsung selama 9-10 hari.

Kemudian stadium terakhir dalam perkembangan hama ini yaitu imago. Imago *C.pavonana* F. berupa ngengat kecil, hidup secara nokturnal dan memiliki dua pasang sayap. Sayap memiliki warna coklat dan abu-abu, pada sayap depan terdapat gambaran hitam dengan bintik berwarna putih ditengahnya. Sayap imago jantan memiliki panjang 20-25 mm serta panjang tubuhnya 11-14 mm, sedangkan imago betina memiliki sayap 18-25 mm dan panjang tubuh 8-18 mm. Masa hidup imago berlangsung 16-24 hari. Seekor imago dapat menghasilkan 11-18 kelompok telur yang terdiri dari 30-80 butir. Imago betina biasanya meletakkan telurnya dibalik daun tanaman inangnya.

3. Gejala serangan *Crocitolomia pavonana* F.



Gambar 9. Gejala serangan *Crocitolomia pavonana* F.

Sumber : Dokumen pribadi

Hama *Crocitolomia pavonana* F. biasanya merusak tanaman sawi muda yaitu pada minggu pertama sampai minggu keempat. Pada minggu pertama

serangan ulat krop terlihat berupa bercak kotoran pada daun, selanjutnya pada minggu kedua ulat mulai menyerang titik tumbuh tanaman, kemudian pada minggu ketiga dan keempat ulat krop memakan habis tanaman sawi.

Pada fase larva, hama ini hidup berkelompok dan membutuhkan banyak makanan untuk melangsungkan hidupnya. Larva *C.pavonana* F. biasanya memakan habis daun tanaman inangnya dan hanya meninggalkan tulang-tulang daun. Jika tingkat populasi larva tinggi, akan terjadi kerusakan berat pada tanaman sawi. Serangan *C.pavonana* F. yang berat pada tanaman sawi dapat menggagalkan panen.

C. Pestisida Nabati

Pestisida berasal dari kata *pest* yang berarti hama dan *cida* yang artinya pembunuh, jadi pestisida adalah semua zat tertentu dan bahan lain serta jasad renik dan virus yang digunakan untuk memberantas atau mencegah hama dan penyakit yang merusak tanaman atau hasil pertanian.

Berdasarkan kandungan bahan aktifnya, pestisida dikelompokkan menjadi pestisida sintetis dan pestisida alami. Pestisida sintetis adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari senyawa kimia sintetis, sedangkan pestisida alami adalah pestisida yang bahan dasarnya berasal dari tumbuhan atau dikenal dengan pestisida nabati.

Pestisida nabati atau disebut juga pestisida alami adalah pestisida yang dibuat dengan bahan aktif tunggal atau majemuk yang dapat digunakan untuk mengendalikan organisme pengganggu tumbuhan, dengan bahan dasar yang

berasal dari tumbuhan. pestisida nabati ini relatif aman bagi lingkungan, mudah dibuat dengan kemampuan terbatas.

Pestisida nabati bersifat “pukul dan lari” (*hit and run*) saat diaplikasikan, maksudnya pestisida nabati akan membunuh hama saat itu juga dan setelah hamanya mati, residunya akan hilang dialam. Dengan demikian produk terbebas dari residu pestisida, sehingga aman dikonsumsi manusia. Pestisida nabati menjadi alternatif pengendalian hama yang aman dari pestisida sintetis. Penggunaan pestisida nabati memberikan keuntungan ganda, selain menghasilkan produk yang aman, lingkungan juga tidak tercemar.

1. Keunggulan dan kelemahan pestisida nabati

a. Keunggulan pestisida nabati

Beberapa keunggulan dari penggunaan pestisida nabati, antara lain:

1. Mudah terurai (*bioderadable*) dialam, sehingga tidak mencemari lingkungan (ramah lingkungan).
2. Relatif aman bagi manusia dan hewan karena residunya mudah hilang.
3. Dapat membunuh penyakit atau hama pada tanaman, seperti daun pepaya, daun srikaya, batang brotowali dan sebagainya.
4. Mengalami kesulitan ketersediaan dan mahalnya harga obat-obatan pertanian khususnya pestisida sintetis.
5. Bahan yang digunakan harganya lebih murah dan tidak sulit dijumpai, sehingga bisa dibuat sendiri.
6. Penggunaan dalam dosis yang tinggi memiliki resiko yang lebih rendah daripada pestisida sintetis.

7. Tidak menimbulkan kekebalan pada serangga.

b. Kelemahan pada pestisida nabati

Dari banyaknya keunggulan pestisida nabati, terdapat hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penggunaan pestisida nabati, yaitu:

1. Bahan aktif pada beberapa pestisida nabati belum diketahui, sehingga sangat perlu dilakukan penelitian untuk mengetahuinya.
2. Bahan aktif dapat bervariasi baik dalam hal komposisi maupun konsentrasi pada tanaman sejenis tergantung pada bagian tanaman yang digunakan sebagai pestisida nabati.
3. Bahan aktif kemungkinan merupakan campuran dari beberapa bahan aktif yang bekerja secara sinergis.
4. Data mengenai toksikologi dan ekotoksikologi pestisida nabati sangat terbatas.
5. Standar untuk menganalisis bahan aktif dari pestisida nabati relatif sukar.

D. Brotowali

Tanaman brotowali merupakan jenis tanaman anggota familia *Menispermaceae*, tanaman ini tersebar merata di seluruh wilayah Indonesia, tempat tumbuhnya yang utama di Jawa, Bali dan Ambon. Bagian tumbuhan ini yang berkhasiat obat adalah kulit batang dan kulit cabang-cabangnya. Bahan-bahan ini mempunyai bau yang lemah dan rasanya sangat pahit. Uraian makroskopik tanaman ini yaitu batangnya berbentuk bulat tipis dan memanjang, memiliki banyak tonjolan serta warnanya coklat gelap atau kehitaman.



Gambar 10. Tanaman Brotowali

Sumber : [http: TribunJabar.id](http://TribunJabar.id)

Berdasarkan penggolongan dan tata nama tumbuhan, tanaman brotowali termasuk kedalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Monocotyledoneae
 Filum : Menispermales
 Ordo : Menispermaceae
 Genus : Tinospora
 Spesies : *Tinospora crispa*

Di Indonesia tanaman brotowali ini dikenal dengan berbagai nama daerah, seperti andawali (Sunda), antawali (Bali dan Nusa Tenggara), dan bratawali, antawali, putrowali atau daun gadel (Jawa). Di daerah lain brotowali dikenal dengan nama putrawali atau daun gadel.

1. Morfologi Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa*)

Tanaman ini merupakan tanaman yang memanjat, memiliki batang yang bulat, berkayu, permukaannya banyak tonjolan, bercabang dan berwarna hijau.

Daun tunggal, tersebar, berbentuk jantung, ujungnya runcing, tepinya rata, pangkalnya bertekuk, panjang 7-12 cm, lebar 7-11 cm, bertangkai, pertulangan daunnya menjari, warnanya hijau. Bunganya majemuk, berbentuk tandan, terletak pada batang, bermahkota enam, bentuk benang, bulat telur, berwarna hijau muda atau putih kehijauan. Buah batu, kecil, berwarna hijau. Perbanyakkan tanaman ini dengan stek batang.

2. Kandungan Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa*)

Brotowali mengandung banyak senyawa kimia yang berkhasiat menyembuhkan berbagai penyakit. Kandungan senyawa kimia tersebut terdapat diseluruh bagian dari akar, batang sampai daun. Secara umum didalam tanaman brotowali terkandung berbagai senyawa kimia antara lain, alkaloid, damar lunak, pati, glikosida, pikroretosid, harsa, zat pahit pikroretin, tinokrisposid, barberin, palmatin, kolumbin dan kaokulin. Alkaloid yang terkandung pada tanaman ini bersifat antihama. Rasa pahit yang dimilikinya berperan dalam pertahanan tumbuhan karena bersifat mengurangi nafsu makan (*antifeedant*). Sifat ini dapat mempengaruhi tekanan osmotik antara hama dan lingkungan tempat hidupnya.

Senyawa alkaloid juga dapat bertindak sebagai racun perut (*stomach poisoning*). Oleh karena itu bila senyawa alkaloid tersebut masuk kedalam tubuh larva, maka alat pencernaannya akan terganggu. Selain itu senyawa tersebut dapat menghambat reseptor perasa pada daerah mulut larva. Hal ini mengakibatkan larva gagal mendapatkan stimulus rasa sehingga tidak mampu mengenali makanannya, akibatnya larva menolak untuk makan dan akhirnya mati.

Kandungan senyawa aktif brotowali paling banyak terdapat pada batang dan akar tanaman ini.

Flavonoid merupakan senyawa pertahanan tumbuhan yang bersifat toksik. Flavonoid memiliki sejumlah kegunaan, pertama bagi tumbuhan yaitu sebagai pengatur tumbuhan serta pengatur fotosintesis. Kedua bagi manusia, yaitu sebagai antibiotik terhadap penyakit kanker dan ginjal serta menghambat pendarahan. Ketiga yaitu sebagai bahan aktif dalam pembuatan insektisida nabati. Sebagai insektisida nabati, flavonoid masuk kedalam mulut serangga melalui sistem pernafasan yang terdapat di permukaan tubuh dan melemahkan sistem saraf, serta kerusakan pada sistem pernafasan. Akibatnya serangga tidak bisa bernapas dan akhirnya mati.

Senyawa triterpenoid yaitu bagian dari senyawa terpenoid yang merupakan salah satu senyawa yang bersifat antimakan (*antifeedant*) karena rasanya yang pahit sehingga serangga menolak untuk makan.

Menurut Hoesain (1995) dalam Budianto dan Tukiran (2012), “senyawa triterpenoid pada konsentrasi tinggi dapat menurunkan aktivitas makan serangga karena sifat serangga yang menolak makan akibat masuknya senyawa yang menolak makan akibat masuknya senyawa yang menstimulasi *kemoreseptor* (alat indera yang merespon terhadap rangsangan zat kimia yaitu indera pembau dan pengecap) yang menstimulasi sistem saraf.

3. Manfaat Tanaman Brotowali (*Tinospora crispa*)

Masyarakat biasanya menggunakan tanaman ini untuk pengobatan berbagai penyakit. Batangnya digunakan untuk pengobatan rematik, memar,

demam, sakit kuning, cacingan dan batuk. Air rebusan daun brotowali dimanfaatkan untuk mencuci luka atau penyakit kulit seperti kudis dan gatal-gatal, sedangkan air rebusan daun dan batangnya untuk penyakit kencing manis. Seluruh bagian tanaman ini digunakan untuk penyakit kolera. Tanaman brotowali juga memiliki aktivitas biologis seperti antimalaria, antidiabetes, *antipieretik* (penurun panas) dan *antihiperglikemik* (penurun kadar gula yang tinggi). Tanaman yang mengandung senyawa triterpenoid ini juga memiliki nilai ekologi yaitu sebagai antifungus, insektisida, anti pemangsa, anti bakteri dan anti virus. Berdasarkan informasi ilmiah juga telah ditemukan manfaat tanaman brotowali yaitu ekstrak batang brotowali yang berpotensi sebagai antioksidan untuk mencegah timbulnya arteriosklerosis atau penyakit kardiovaskuler.

E. Kunyit (*Curcuma domestica*)

Tanaman kunyit atau *Curcuma domestica* termasuk tanaman temu-temuan yang diduga berasal dari India atau India-Malaya. Belum ditemukan data atau silsilah secara pasti tentang sejarah perkembangan tanaman kunyit di berbagai daerah atau negara.



Gambar. 11 Tanaman kunyit

Sumber : Dokumen pribadi

Berdasarkan penggolongan dan tata nama tumbuhan, tanaman kunyit termasuk kedalam klasifikasi sebagai berikut:

Kingdom : Plantae
 Divisi : Spermatophyta
 Kelas : Monocotyledoneae
 Ordo : Zingiberales
 Famili : Zingiberaceae
 Genus : *Curcuma*
 Spesies : *Curcuma domestica*

1. Morfologi Tanaman Kunyit (*Curcuma domestica*)

Kunyit merupakan tumbuhan tahunan yang tumbuh merumpun. Susunan tubuh tanaman terdiri atas akar, rimpang, batang semu, pelepah daun, tangkai bunga dan kuntum bunga.

1.1 akar

sistem perakaran tanaman ini termasuk akar serabut (*radix adventica*) berbentuk benang (*fibrosus*) yang menempel pada rimpang, panjang akar \pm 22,50 cm.

1.2 rimpang



Gambar 12. Rimpang tanaman kunyit

Sumber: Dokumen pribadi

Kedalaman rimpang didalam tanah sekitar 16 cm, tebal rimpang muda 1,61 cm dan rimpang tua 4 cm. Setiap rumpun tanaman kunyit dapat tumbuh rimpang antara 7-10 buah dan anakan antara 11-15 tanaman. Rimpang kunyit memiliki cabang-cabang dan secara keseluruhan membentuk rumpun.

Bentuk rimpang sangat bervariasi, umumnya bulat panjang dan kulit rimpang muda berwarna kuning muda serta memiliki daging warna kuning, sedangkan rimpang tua kulitnya memiliki warna jingga kecoklatan dan dagingnya memiliki warna jingga terang agak kuning. Rimpang tumbuhan ini memiliki aroma khas aromatik, memiliki rasa yang agak pahit serta pedas. Rimpang-rimpang kunyit tumbuh dari umbi utama. Umbi utama bentuknya bervariasi antara bulat-panjang, pendek dan tebal, lurus ataupun melengkung.

1.1 Batang

Batang tanaman kunyit relatif pendek membentuk batang semu dari pelepah-pelepah daun yang saling menutup satu sama lain.

1.2 Daun

Daunnya tumbuh berjumbai dengan ukuran panjang sekitar 35 cm, lebar 14 cm, berwarna hijau dan tiap tanaman terdiri atas 9-10 helai daun.

1.3 Bunga

Bunga keluar dari ujung batang semu dengan panjang karangan (*inflorescentia*) bunga 10-15 cm serta berwarna merah. Kuntum bunga tumbuh tunggal berwarna putih pucat atau kuning dan mekarnya bersamaan. Daun-daun pelindung bunga berwarna putih bergaris hijau dan di ujungnya berwarna merah muda, sedangkan yang terletak di bagian bawah berwarna hijau muda.

Secara keseluruhan tanaman kunyit tumbuh berbentuk terna yang dapat mencapai ketinggian hingga 1 meter, merumpun selebar lebih kurang 24 cm.¹

2. Kandungan Tanaman Kunyit (*Curcuma domestica*)

Dalam tanaman kunyit mengandung senyawa kurkuminoid yang terdiri dari kurkumin, desmetoksikumin sebanyak 10% dan bisdesmetoksikurkumin sebanyak 1-5% dan zat-zat bermanfaat lainnya seperti minyak atsiri atau *volatile oil*, flavonoid, tanin yang bisa memberantas hama. Minyak atsiri adalah zat berbau yang terkandung dalam tanaman. Minyak ini disebut juga minyak menguap, minyak eteris serta minyak esensial karena pada suhu kamar mudah menguap. Istilah esensial dipakai karena minyak atsiri mewakili bau dari tanaman asalnya. Dalam keadaan segar dan murni, minyak atsiri umumnya tidak berwarna.

Aktivitas biologi minyak atsiri terhadap serangga dapat bersifat menolak (*repellent*), menarik (*attractant*), racun kontak (*toxic*), racun pernafasan

¹Rahmat rukmana. “*Kunyit*”. (Yogyakarta: Kanisius, 1994), h. 11-16

(*fumigant*), mengurangi nafsu makan (*antifeedant*), menghambat peletakan telur (*oviposition deterrent*), menghambat pertumbuhan, menurunkan fertilitas serta sebagai anti serangga vektor.

Menurut Hartati (2012), ”minyak atsiri juga memiliki peluang untuk dikembangkan menjadi produk-produk derivat lainnya seperti pestisida. Pengembangan produk-produk derivat dari minyak atsiri diharapkan dapat mengurangi atau menggantikan produk-produk dari bahan kimia sintetis.”²

Senyawa flavonoid berperan sebagai inhibitor pernapasan atau racun pernapasan. Sedangkan senyawa tanin berperan sebagai racun pencernaan. Senyawa ini mampu menurunkan kemampuan serangga dalam mencerna makanan dengan cara menurunkan aktivitas enzim pencernaan dan mengganggu aktivitas protein pada serangga.³

3. Manfaat Tanaman kunyit (*Curcuma domestica*)

Kunyit termasuk tanaman yang mempunyai banyak manfaat, terutama bagian rimpangnya banyak dimanfaatkan untuk keperluan ramuan obat tradisional, bahan pewarna tekstil dan masakan serta kerajinan tangan, penyedap masakan, dan bahan kosmetik. Manfaat kunyit sebagai bahan obat dapat digunakan untuk obat rematik, sakit gatal, kesemutan, gusi bengkak, luka, sesak napas, sakit perut, anti diare, racun serangga (*disinfectan*), penenang (*sedativa*), penawar racun (*antidota*).⁴

²Sri Yuni Hartati. *Op.Cit.* h.45-58

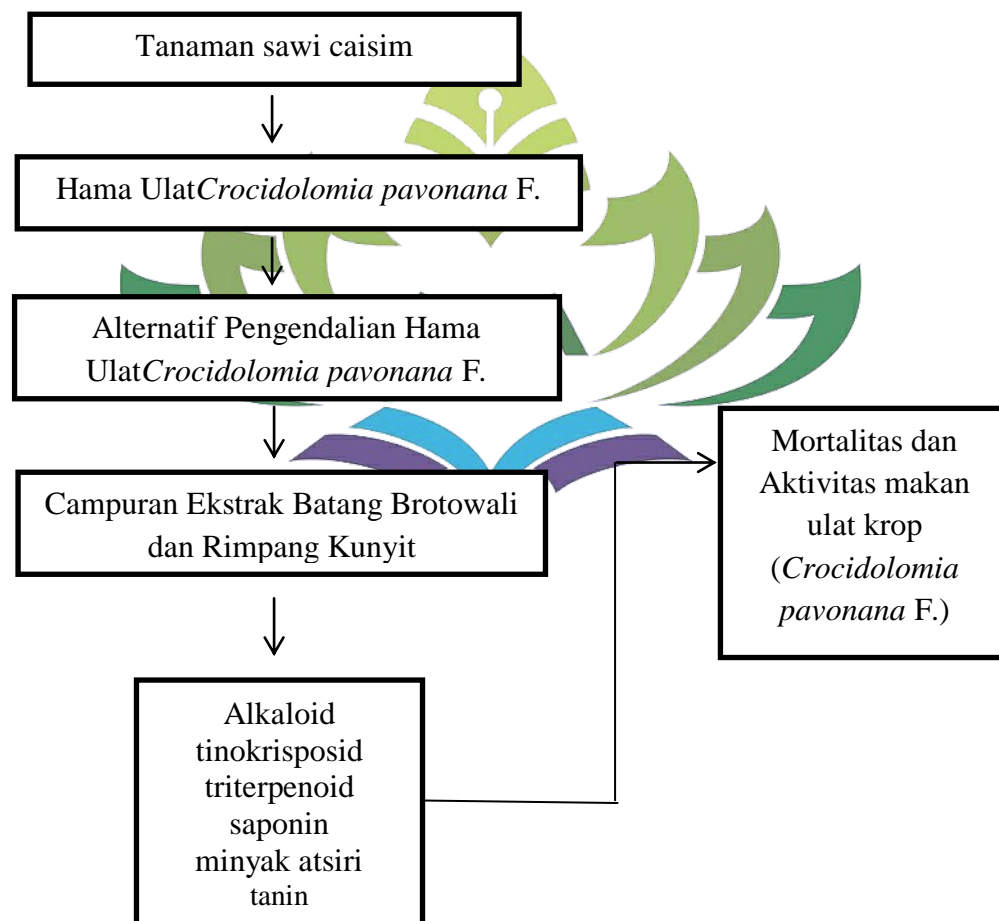
³Afina Maryam Pratiwi. “*Daya Bunuh Ekstrak Rimpang Kunyit (Curcuma domestica Val) Terhadap Kematian Larva Aedes aegypti*”. “Skripsi” Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang.,2016.

⁴Cahyaning Anggun. “*Budidaya Tanaman Kunyit (Curcuma domestica Val) dan Khasiatnya Sebagai Obat Tradisional Di PT. Indmira Citra Tani Nusantara, Jl. Kaliurang KM.*

F. Kerangka pikir

Ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) merupakan hama utama kedua yang menyerang tanaman sawi, khususnya sawi caisim (*Brassica juncea* L.) setelah ulat tritip (*Plutella xylostella*.). Hama ini dapat menimbulkan kerusakan tanaman sawi sampai dengan 100%. Larva *C.pavonana* F. ini menyerang daun-daun sawi yang masih muda dan juga memakan daun yang agak tua kemudian menuju ke titik tumbuh, sehingga dapat merusak daun dan menurunkan kualitasnya. Permintaan konsumen terhadap sawi selalu meningkat, sementara produksi sawi masih tergolong rendah, salah satu faktor penyebab rendahnya produksi adalah serangan hama *C.pavonana* F. Karena potensi ekonomi sawi caisim yang tinggi maka petani cenderung untuk menggunakan pestisida dalam upaya mengendalikan organisme pengganggu tanaman (OPT). Sejalan ini petani mengendalikan hama dengan menggunakan pestisida sintetis. Penggunaan pestisida sintetis ini dianggap efektif dan praktis. Namun penggunaan yang tidak sesuai dengan aturan yang berlaku dapat membahayakan kesehatan masyarakat dan lingkungan, baik secara langsung maupun tidak langsung. Hal ini sehubungan dengan sifatnya yang toksik. Mengingat dampak negatif dari penggunaan pestisida sintetis tersebut, maka salah satu alternatif yang perlu dikembangkan adalah insektisida nabati dengan memanfaatkan tumbuhan yang mengandung zat pestisidik sebagai pengendalian hayati yang merupakan pilihan tepat untuk dikembangkan dan diterapkan dalam ilmu pertanian, salah satu alternatifnya adalah tanaman brotowali dan kunyit. Kandungan senyawa kimia yang dimiliki batang brotowali

(*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) banyak memiliki potensi yang dapat menghasilkan suatu inovasi terbaru dalam pembuatan pestisida alami untuk memberantas hama pada tanaman, yaitu Alkaloid, tinokrisposid, triterpenoid, saponin, minyak atsiri, tanin yang mana senyawa ini dapat berfungsi sebagai racun perut dan racun kontak untuk membunuh dan menghambat aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Bagan kerangka fikir dapat disajikan sebagai berikut:



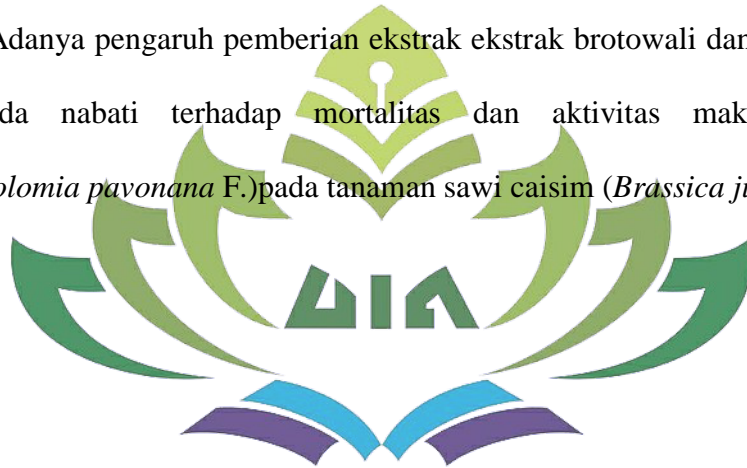
Berdasarkan uraian tersebut maka dilakukan penelitian untuk mengetahui pengaruh ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan

aktivitas makan ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) dengan dua variabel yaitu variabel bebas berupa ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) dan variabel terikat berupa mortalitas dan aktivitas makan ulat krop.

G. Hipotesis Penelitian

Berdasarkan kajian teori dan kerangka berpikir, maka hipotesis penelitian dapat dirumuskan sebagai berikut:

Adanya pengaruh pemberian ekstrak ekstrak brotowali dan kunyit sebagai insektisida nabati terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.)



BAB III

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni-Agustus 2018, dan digunakan dua tempat penelitian, untuk pembuatan ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dilakukan di Laboratorium Kimia Organik Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung. Penelitian untuk melihat pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) di Harapan Jaya, Kecamatan Sukarame, Bandar Lampung. Pengambilan sampel bertempat di kebun sawi Waykandis, Tanjung Senang, Bandar Lampung.

B. Alat dan Bahan

1. Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini diantaranya toples, kain kasa, alu, lesung, pisau, talenan, pinset, gelas ukur, cawan petri, *rotary evaporator*, corong bunchner, oven, timbangan (neraca analitik), pipet tetes, spatula, kertas saring, kertas label, kertas milimeter block, tissu, spidol, kamera.

2. Bahan

Bahan yang digunakan yaitu larva ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) instar 3, batang brotowali, rimpang kunyit, daun sawi caisim, etanol 96%, akuades.

C. Populasi dan Sampel Penelitian

1. Populasi

Populasi penelitian ini yaitu telur ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) yang ada diperkebunan sawi Waykandis, tanjung Senang, Bandar Lampung.

2. Sampel

Sampel penelitian ini ialah telur *Crocitolomia pavonana* F. yang tertangkap pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) yang selanjutnya dikembangkan sampai dengan instar 3.

D. Jenis Penelitian

Penelitian yang dilakukan merupakan penelitian eksperimen yang memiliki tujuan untuk mengetahui pengaruh campuran ekstrak batang brotowali dan rimpan kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocitolomia pavonana* F.) instar III.¹

E. Desain Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan percobaan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Pada pengujian digunakan 6 konsentrasi perlakuan yaitu P0 konsentrasi 0%, P1 konsentrasi 35%, P2 konsentrasi 40%, P3 konsentrasi 45%, P4 konsentrasi 50% dan P5 dengan konsentrasi 55%². Pengujian dilakukan dengan 4 kali pengulangan, menggunakan 10 ekor ulat krop pada setiap perlakuan. Jumlah ulat krop yang digunakan pada seluruh perlakuan yaitu 240 ekor.

¹Herminanto. "Pengendalian Hama Kubis *Crocitolomia pavonana* F. Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Jeruk". "Jurnal" Pembangunan Pedesaan. Vol. 6, No.3, 2006. h.167

² Rodhiyah Eka Septian, dkk. "Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowali Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit". "Jurnal" FMIPA Biologi Universitas Negeri Surabaya, Vol.2, No.1, 2013, h.108

Pembuatan larutan untuk beberapa konsentrasi dapat dihitung dengan rumus:

$$V_1 \cdot M_1 = V_2 \cdot M_2$$

Keterangan:

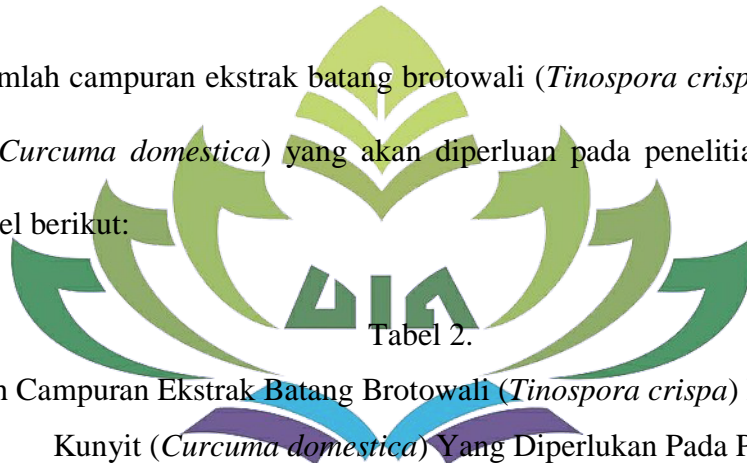
V_1 = Volume larutan yang akan diencerkan

M_1 = Konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit

V_2 = Volume larutan (ekstrak + aquades) yang diinginkan.

M_2 = Konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit yang akan dibuat (%)³

Jumlah campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) yang akan diperlukan pada penelitian dapat dilihat pada tabel berikut:



Tabel 2.

Jumlah Campuran Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa*) Dan Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica*) Yang Diperlukan Pada Penelitian

M_2	V_2	M_1	$V_1 = \frac{V_2 M_2}{M_1}$
35%	100 ml	100%	35 ml
40%	100 ml	100%	40 ml
45%	100 ml	100%	45 ml
50%	100 ml	100%	50 ml
55%	100 ml	100%	55 ml

³ Raymond Chang. "Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1". (Jakarta: Erlangga, 2004). h.109

Tabel 3.
Penentuan Campuran Ekstrak Batang Brotowali Dan Rimpang Kunyit
Terhadap Mortalitas Dan Aktivitas Makan Ulat Krop

Konsentrasi	Ekstrak campuran (ml) + Aquades (ml)
P0 (0%)	100 ml aquades
P1 (35%)	35 ml ekstrak campuran + 65 ml aquades
P2 (40%)	40 ml ekstrak campuran + 60 ml aquades
P3 (45%)	45 ml ekstrak campuran + 55 ml aquades
P4 (50%)	50 ml ekstrak campuran + 50 ml aquades
P5 (55%)	55 ml ekstrak campuran + 45 ml aquades

F. Cara Kerja Penelitian

1. Pembuatan Ekstrak

Untuk pembuatan ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) sebelumnya dilakukan pengambilan batang brotowali dan rimpang kunyit, kemudian dicuci dengan air sampai bersih, lalu dikering anginkan pada suhu ruang. Setelah kering batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) dipotong tipis-tipis, kemudian dijemur dibawah sinar matahari sampai kadar airnya berkurang. Setelah itu dihaluskan dengan lesung dan alu sampai berbentuk serbuk. Serbuk halus (*simplisia*) kemudian dibagi menjadi 2 dimasukkan pada toples kaca besar untuk di lakukan maserasi (direndam) dengan etanol dengan 3 kali perendaman. Perbandingan antara simplisia dan etanol ialah 1 : 3 (rendaman pertama) dibutuhkan etanol yang banyak untuk pembasahan serbuk yang kering), dan perbandingan 1: 2 (untuk rendama kedua

dan ketiga) masing-masing rendaman selama 24 jam. Kemudian ekstrak dipisahkan dari ampasnya dengan corong buchner, filtrat yang didapat kemudian diuapkan secara vakum menggunakan *rotary evaporator*. Setelah itu ekstrak kental yang diperoleh ditampung pada cawan petri.⁴ Ekstrak kental yang diperoleh, dihitung persen rendemennya dengan rumus:

$$\text{Rendemen} = \frac{\text{Berat ekstrak yang diperoleh (ml)} \times 100\%}{\text{Berat simplisia awal (g)}}$$

Sedangkan jumlah gram simplisia dalam ekstrak dihitung dengan rumus :

$$\text{Jumlah simplisia dalam ekstrak} = \frac{\text{Ekstrak kental (ml)}}{\text{Rendemen (\%)}^5}$$

2. Persiapan Larva Uji

Telur *C.pavonana* F. didapat dari tanaman sawi caisim dikebun sawi yang berada di Waykandis, Tanjung Senang, Bandar Lampung. Ulat krop dimasukkan pada toples bening yang diisi beberapa helai daun sawi caisim sebagai pakan dengan menggunakan kuas kecil. Setelah jumlah ulat telah cukup, toples ditutup dengan kain kasa. Kemudian ulat krop dipelihara dalam wadah plastik hingga instar III sebagai larva uji. Daun sawi caisim segar diberikan pada ulat krop sebagai makanan.

⁴ Rodhiyah Ek Septian, dkk. *Op.Cit*, h.42

⁵ Eka P.Y.G Hemu, Hamsidar Hasan, Mohammad Adam Mustopa. “Uji Efektivitas Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Serangga Kepinding Tanah (*Scitinothra coarctata*)”. “Jurnal”. Jurusan Farmasi, Universitas Negeri Gorontalo. 2015. h.4

3. Persiapan Media

Media yang diperlukan dalam penelitian ini adalah tempat penyimpanan serangga berupa toples plastik sebanyak 24 buah, tissue digunakan untuk alas wadah perlakuan, kain kasa, kertas label, spidol untuk menandai toples uji sesuai konsentrasi dalam perlakuan.

4. Pelaksanaan

Penelitian dilakukan menggunakan metode pencelupan daun (*leaf dipping methods*) Ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) yang telah mencapai instar III diletakkan di toples plastik dan terlebih dahulu di buat menjadi lapar selama 1-2 jam sebelum pengujian dilakukan, kemudian disiapkan daun sawi yang akan diberi perlakuan dengan direndam dalam campuran ekstrak. Pada pengujian digunakan enam konsentrasi campuran ekstrak yaitu 0%, 35%, 40%, 45%, 50% dan 55% dengan empat kali pengulangan. Pembuatan konsentrasi perlakuan sesuai dengan penentuan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit yang digunakan pada penelitian pada Tabel 3. Daun sawi caisim dicelupkan ke dalam larutan ekstrak selama 1 menit, setelah dicelupkan kemudian dikering anginkan pada suhu ruang. Daun sawi yang diberi perlakuan diletakkan di toples yang telah diberi alas kertas saring atau tissue. Masing-masing toples diberi daun sawi berukuran panjang 15 cm x lebar 10 cm. Ulat yang telah mencapai instar 3 dimasukkan pada toples perlakuan sebanyak 10 ekor. Pengamatan meliputi mortalitas dan aktivitas makan yang dilakukan setelah 24 jam selama 48 jam aplikasi. Mortalitas dihitung dari

jumlah ulat yang mati dengan tanda tidak memberikan respons ketika disentuh, sedangkan penghitungan aktivitas makan didapat dari luas daun yang dimakan.

a. Penghitungan persentase mortalitas larva diperoleh dengan rumus:

$$M = (a/b) \times 100\%$$

Keterangan :

M = Persentase mortalitas ulat yang diamati

a = Jumlah kematian ulat pada masing-masing perlakuan

b = Jumlah keseluruhan ulat dari semua perlakuan

b. Penghitungan persentase aktivitas makan dapat dihitung dengan cara:

$$P = \frac{C - T}{C} \times 100\%$$

Keterangan :

P = Persentase aktivitas makan yang diamati

C = Luas daun yang ulat makan dari perlakuan kontrol

T = Luas daun yang ulat makan dari setiap perlakuan⁶

5. Parameter Pengamatan

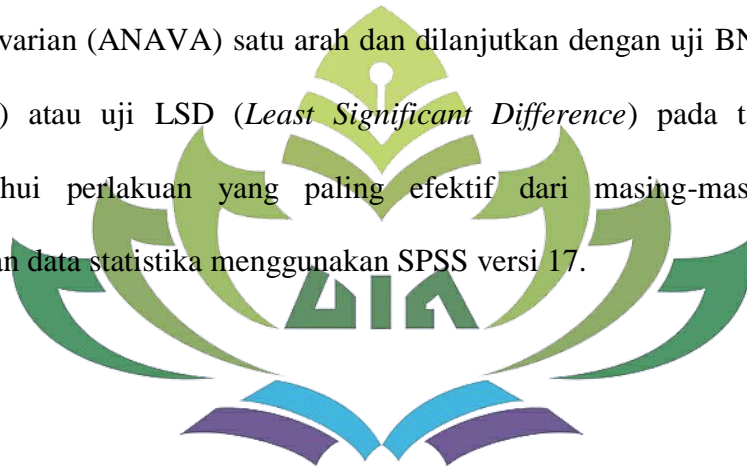
Parameter yang diukur yaitu konsentrasi campuran ekstrak yang paling efektif terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop pasca pencelupan larutan uji selama 48 jam. Ulat krop dikatakan mati apabila warna berubah menjadi kehitaman dan diam ketika disentuh, sedangkan aktivitas makan dapat diketahui dari sektor daun yang dimakan. Perhitungan dapat dilakukan dengan

⁶ Tri Kusumastuti, C. "Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Hama Ulat Daun (*Plutella Xylostella* L.)". "Jurnal" Agroteknologi. Vol.1, No.1, 2014. h. 72 et seq

G. Teknis Analisis Data

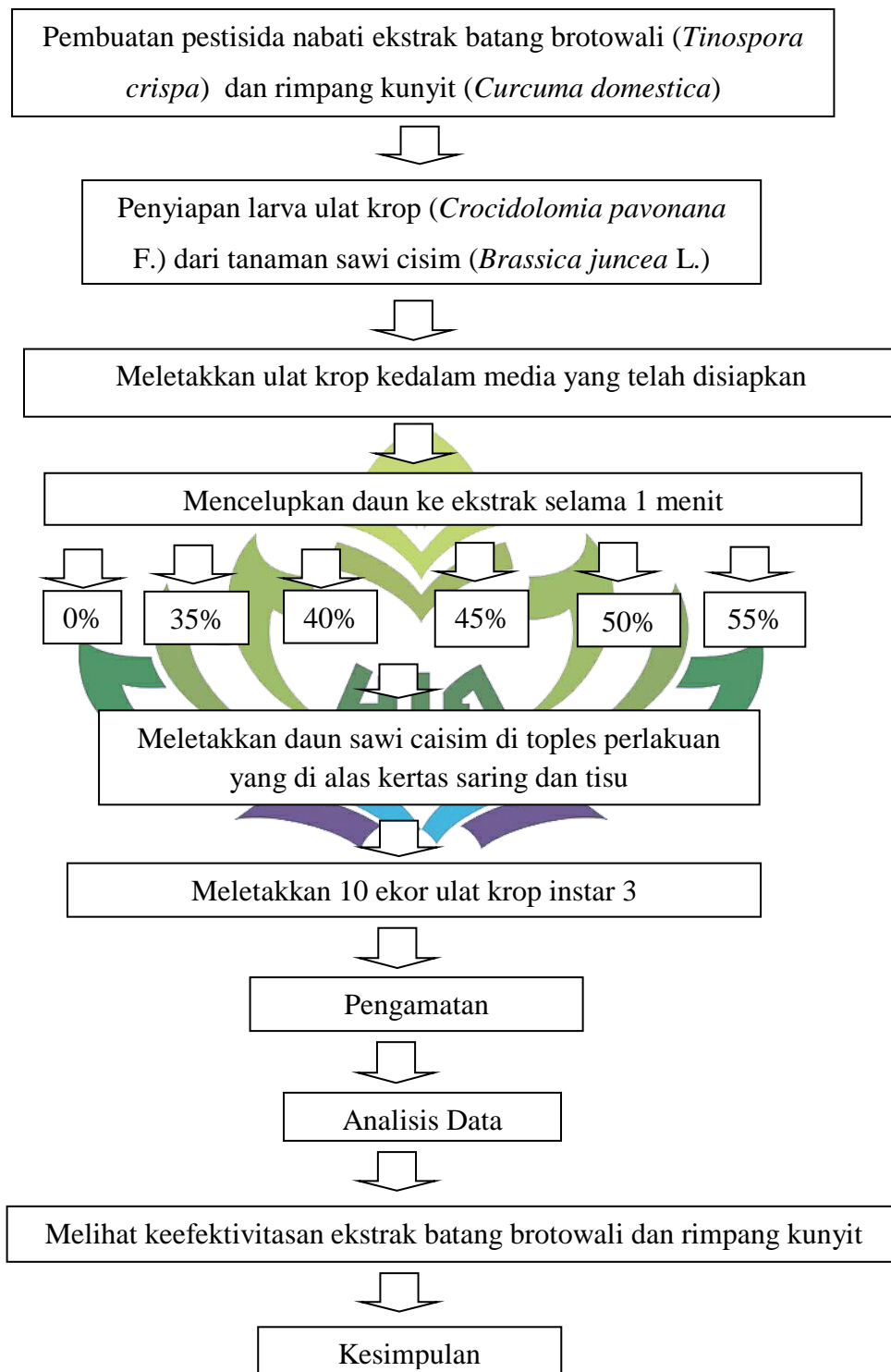
Untuk mengetahui pengaruh campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) maka data hasil penelitian dianalisis dengan analisis data kuantitatif.

Hasil perolehan data dari mortalitas dan aktivitas makan dianalisis menggunakan uji normalitas, lalu uji homogenitas, kemudian dilakukan uji analisis varian (ANOVA) satu arah dan dilanjutkan dengan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau uji LSD (*Least Significant Difference*) pada taraf 5% untuk mengetahui perlakuan yang paling efektif dari masing-masing perlakuan. Pengujian data statistika menggunakan SPSS versi 17.



H. Alur Kerja Penelitian

Alur kerja peneliti dapat dilihat pada bagan berikut:



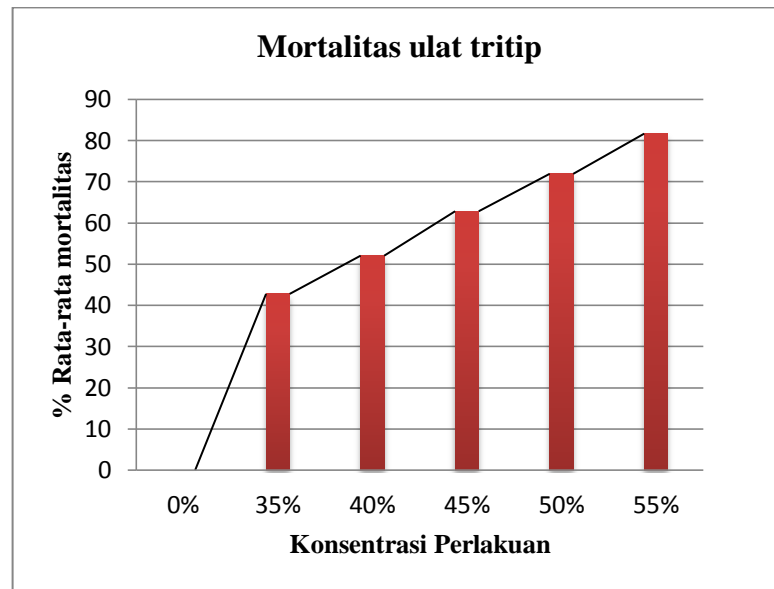
BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Penelitian

Dari pengujian yang telah dilakukan, pengaplikasian campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) selama 48 jam memperlihatkan adanya peningkatan mortalitas larva *C.pavonana* F.

Setelah pemberian perlakuan konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) menunjukkan adanya pengaruh yang berbeda berkenaan dengan mortalitas larva *C.pavonana* F. Jumlah mortalitas ulat krop mengalami peningkatan pada setiap toples uji pada konsentrasi perlakuan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit yang diberikan. Hasil uji campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit membuktikan adanya pengaruh serta perbedaan mortalitas yang beragam dari setiap pemberian konsentrasi. Data mortalitas larva *C.pavonana* F. tersebut disajikan pada diagram batang berikut:



Gambar 12.

Grafik mortalitas Ulatkrop (*Crociodolomia pavonana* F.) Pada Berbagai Konsentrasi Setelah 48 Jam Perlakuan

Gambar 12. memperlihatkan tingkat rata-rata mortalitas ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) mengalami peningkatan pada setiap konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) yang diberikan. Semakin besar konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*), maka semakin besar juga tingkat mortalitas ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.). Hal ini menunjukkan apabila konsentrasi ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit bertambah, maka tingkat mortalitas ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) juga mengalami peningkatan.

Pada pengujian yang dilakukan perhitungan mortalitas ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) pada beberapa konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dengan 4 kali pengulangan dan pengamatan selama

48 jam (2 hari). Tingkat mortalitas paling rendah diperoleh pada konsentrasi 35% yaitu dengan rata-rata mortalitas 40% dan tingkat mortalitas paling tinggi terdapat pada konsentrasi 55% yaitu dengan rata-rata mortalitas 80%. Sementara pada konsentrasi 0% memperlihatkan tidak adanya tingkat mortalitas pada ulatkrop (*Crocidolomia pavonana* F.). Berdasarkan data pada grafik tersebut konsentrasi 55% merupakan ukuran yang paling ampuh digunakan untuk mengukur rata-rata mortalitas ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.).

Berdasarkan hasil data mortalitas larva tersebut selanjutnya di lakukan uji normalitas untuk mengetahui normal atau tidaknya sebaran data yang telah didapat dan merupakan syarat untuk melaksanakan uji ANOVA.

1. Uji Normalitas Data

Hasil uji normalitas data secara keseluruhan memperlihatkan bahwa nilai $\text{sig.} = 0,683$. Hal ini menunjukkan data berdistribusi normal. Karena nilai $\text{sig.} > 0,05$. Selain itu uji homogenitas juga merupakan syarat untuk melakukan uji ANOVA.

2. Uji *One Way* ANOVA

Tabel 6.

Uji *One Way* ANOVA Terhadap Mortalitas Ulat krop
(*Crocidolomia pavonana* F.) Selama 48 Jam

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Sig.
Ekstrak	5 (v1)	170,833	34,167	58,571	0,000
Galat	18 (v2)	10,500	0,583	-	
Total	23	181,333	-	-	

Berdasarkan tabel 6. Hasil uji ANOVA memperlihatkan nilai sig. = 0,000. Hal ini menunjukkan perlakuan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dinyatakan berdampak secara signifikan berkenaan dengan mortalitas larva *C.pavonana* F. Karena nilai sig.<0,05. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilaksanakan uji lanjut yang bertujuan untuk mengetahui pengaruh yang paling baik dari setiap pengujian ekstrak, yaitu uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau uji LSD (*List Significant Difference*) pada taraf 5%. Hasil uji ini didapat dengan memakai metode Post Hoc Test (lampiran 94).

3. Uji BNT atau Uji LSD

Tabel 7.
Hasil Uji BNT atau Uji LSD Mortalitas Ulat Krop
(*Crociodolomia pavonana* F.) Pada Taraf 5%

No	Perlakuan	Mean / SD
1.	0%	0,00 ^a ± 0,00
2.	35%	4,00 ^b ± 0,81
3.	40%	5,50 ^c ± 1,29
4.	45%	6,00 ^c ± 0,81
5.	50%	7,25 ^d ± 0,50
6.	55%	8,25 ^d ± 0,50

Keterangan: notasi huruf menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan pada $\alpha = 0,05$.

Pada tabel 7. Hasil uji lanjut LSD pada taraf 5% memperlihatkan Perlakuan kontrol (0%) berbeda signifikan dengan semua perlakuan P1 (35%), P2 (40%), P3 (45%), P4 (50%), P5 (55%). P1 (35%) berbeda signifikan dengan P2

(40%). P2 (40%) tidak berbeda signifikan dengan P3 (45%). P3 (45%) berbeda signifikan dengan P4 (50%) dan P4 (50%) tidak berbeda signifikan dengan P5 (55%).

Campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit selain memberikan pengaruh terhadap tingkat mortalitas juga memberikan pengaruh pada aktivitas makan larva *C.pavonana* F. Aktivitas makan *C.pavonana* F. pada setiap pengujian dapat ditunjukkan pada grafik berikut:



Gambar 13.

Grafik Konsentrasi Aktivitas Makan Ulat Krop (*Crocidolomia pavonana* F.) Pada Berbagai Konsentrasi setelah 48 Jam Perlakuan

Gambar 13. memperlihatkan tingkat hambatan aktivitas makan rata-rata ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) mengalami peningkatan pada setiap konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) yang diberikan. Semakin tinggi konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit

(*Curcuma domestica*), maka semakin meningkat juga hambatan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Hal ini menunjukkan apabila konsentrasi ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit meningkat, maka tingkat hambatan makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) juga mengalami peningkatan dan terjadi penurunan aktivitas makan.

Pada pengujian dilakukan perhitungan mortalitas ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada beragam konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dengan 4 kali pengulangan dan pengamatan selama 48 jam (2 hari). Tingkat aktivitas makan paling rendah berada pada konsentrasi 35% yaitu dengan rata-rata daya hambat 42,78% serta tingkat mortalitas yang paling tinggi ada pada konsentrasi 55% yaitu dengan rata-rata mortalitas 81,69%. Sementara pada perlakuan kontrol 0% menunjukkan tidak adanya tingkat hambatan makan pada ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Berdasarkan data pada grafik tersebut konsentrasi 55% merupakan takaran yang paling baik dimanfaatkan untuk mengukur rata-rata hambatan makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.).

Kemudian data aktivitas makan larva tersebut dilaksanakan uji normalitas untuk mengetahui normal atau tidaknya sebaran data yang diperoleh dan menjadi syarat untuk melaksanakan uji ANOVA.

1. Uji Normalitas Data

Hasil uji normalitas data secara keseluruhan diperoleh nilai $\text{sig.} > 0,05$. Hal ini menunjukkan data berdistribusi normal. Selain itu uji homogenitas juga merupakan syarat untuk melakukan uji ANOVA.

2. Uji *One Way* ANOVA

Tabel 8.

Uji ANOVA Terhadap Aktivitas Makan Ulat krop
(*Crocitolomia pavonana* F.) Setelah 48 Jam perlakuan

Sumber Keragaman (SK)	Derajat Bebas (DB)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	Sig.
Ekstrak	5 (v1)	16743,288	3348,658	36,262	0,000
Galat	18 (v2)	1662,231	92,346	-	
Total	23	18405,519	-	-	

Berdasarkan tabel 10. Hasil uji ANOVA menunjukkan bahwa nilai sig. = 0,000. Hal ini menjelaskan bahwa perlakuan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dinyatakan berdampak secara signifikan terhadap Aktivitas makan larva *C.pavonana* F. Karena nilai sig. <0,05. Berdasarkan hasil tersebut dapat dilakukan uji BNT (Beda Nyata Terkecil) atau Uji LSD (*List Significant Difference*) pada taraf 5% untuk mengetahui pengaruh yang paling ampuh dari setiap perlakuan ekstrak. Hasil uji ini didapat dengan metode Post Hoc Test (lampiran 98).

3. Uji BNT atau Uji LSD

Tabel 9.
Hasil Uji Lanjut LSD Aktivitas Makan Ulat Krop
(*Crocidolomia pavonana* F.) Pada Taraf 5%

No	Perlakuan	Mean / SD
1.	P0 (0%)	0,00 ^a ± 0,000
2.	P1 (35%)	42,78 ^b ± 14,953
3.	P2 (40%)	52,06 ^{bc} ± 12,030
4.	P3 (45%)	62,85 ^{cd} ± 9,405
5.	P4 (50%)	71,94 ^{de} ± 6,812
6.	P5 (55%)	81,69 ^e ± 7,132

Berdasarkan tabel 11. hasil uji lanjut LSD pada taraf 5% memperlihatkan perlakuan kontrol (P0) berbeda signifikan dengan semua perlakuan P1 konsentrasi 35%, P2 konsentrasi 40%, P3 konsentrasi 45%, P4 konsentrasi 50% dan P5 konsentrasi 55%. P1 konsentrasi 35% tidak berbeda signifikan dengan P2 konsentrasi 40%, namun berbeda signifikan dengan P3, P4 dan P5. P2 konsentrasi 40% tidak berbeda signifikan dengan P1 dan P3, namun berbeda signifikan dengan P4 dan P5. P3 konsentrasi 45% tidak berbeda signifikan dengan P2 dan P4 namun berbeda signifikan dengan P1 dan P5. P4 tidak berbeda signifikan dengan P3 dan P4, namun berbeda signifikan dengan P1 dan P2.

Untuk mengetahui nilai persen rendemen simplisia dapat diketahui dengan perbandingan jumlah ekstrak yang dihasilkan dari ekstraksi simplisia batang

brotowali dan rimpang kunyit, sedangkan untuk mengetahui jumlah gram simplisia dalam ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dapat diketahui dengan perbandingan jumlah ekstrak kental yang diperoleh dengan nilai persen rendemen. Untuk mengetahui hasil ekstraksi batang brotowali dan rimpang kunyit dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 10.
Hasil Ekstraksi Batang Brotowali (*Tinospora crispa*)
dan Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica*)

Sampel Bahan Uji	Berat Basah (g)	Berat Kering (g)	Ekstrak Kental (ml)	Rendemen simplisia (%)	Jumlah Simplisia dalam Ekstrak (g)
Batang Brotowali	8000	900	115	10,081	9,0005
Rimpang Kunyit	6000	600	135	17,752	6,0001

Pada tabel diatas untuk membuat ekstrak batang brotowali, dikumpulkan batang brotowali seberat 8000 g, kemudian dikeringkan serta dihaluskan menjadi simplisia seberat 900 g dan dilakukan maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% menghasilkan 115 ml ekstrak kental. Nilai rendemen pada ekstrak kental batang brotowali sebesar 10,081% dan jumlah simplisia dalam ekstrak tersebut seberat 9,0005 g, Sedangkan untuk membuat ekstrak rimpang kunyit, dikumpulkan rimpang kunyit seberat 6000 g, kemudian dikeringkan serta dihaluskan menjadi simpisia seberat 600 g dan dilakukan maserasi dengan menggunakan pelarut etanol 96% menghasilkan 135 ml ekstrak kental. Nilai

rendemen pada ekstrak kental rimpang kunyit yaitu sebesar 17,752% dan jumlah simplisia dalam ekstrak tersebut sebesar 6,0001g.

B. Pembahasan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan konsentrasi 0%, 35%, 40%, 45%, 50% dan 55% ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) memberikan dampak positif pada mortalitas dan aktivitas makan pada ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Pada grafik respon kematian ulatkrop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada beragam konsentrasi setelah 48 Jam perlakuan memperlihatkan semakin meningkat konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit, maka semakin meningkat pula mortalitas ulat krop.

Dari nilai selisih antara rata-rata perlakuan memperlihatkan perbedaan yang jelas untuk setiap perlakuan. Berdasarkan tabel 6. Dapat diketahui bahwa perlakuan kontrol (P0) dengan konsentrasi 0% dengan jumlah larva *C.pavonana* F. sebanyak 40 ekor ulat tidak memperlihatkan adanya pengaruh mortalitas, pada perlakuan pertama (P1) dengan konsentrasi 35% ekstrak ditemukan 16 ekor ulat krop yang mati dari 40 ekor ulat yang dilakukan pengamatan, dengan nilai rata-rata mortalitas 40%. Pada P2 konsentrasi 40% nilai rata-rata mortalitas ulat krop 55%. Pada P3 konsentrasi 45% nilai rata-rata mortalitas ulat 60%. Pada P4 konsentrasi 50% nilai rata-rata mortalitas ulat 72,5%. Dan pada P5 konsentrasi ekstrak 55% rata-rata mortalitas senilai 80%.

Keefektifan dilihat berlandaskan standar pengujian efikasi insektisida yang dikeluarkan oleh Direktorat Pupuk dan Pestisida Departemen Pertanian, “suatu

konsentrasi insektisida disebut efektif jika minimal setengah jumlah pengamatan ditambah satu kali pengamatan setelah aplikasi, keefektifan insektisida tersebut lebih dari atau sama dengan 50% dengan syarat jumlah hama yang diuji pada takaran dosis insektisida yang diberikan perlakuan lebih rendah daripada jumlah hama pada kontrol.¹

Pada perlakuan kontrol (P0) yang tidak menggunakan perlakuan takaran ekstrak, tidak dijumpai kematian pada ulat, karena tersedia daun sawi segar tanpa ekstrak campuran batang brotowali dan rimpang kunyit pada toples uji sebagai bahan makanan ulat. Sedangkan pada perlakuan ekstrak dapat dijumpai mortalitas larva karena daun sawi yang diberikan terdapat senyawa-senyawa yang terkandung pada campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit.

Berdasarkan penelitian Risma Marisi Tambunan, hasil uji fitokimia batang brotowali mengandung alkaloid 2,22%,² flavonoid 0,20%,³ saponin dan triterpenoid,⁴ selain itu juga mengandung tinokrisposid yang sangat beracun bagi serangga pemakan tumbuhan. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sry Agustina hasil skrining rimpang kunyit positif mengandung flavonoid 0,40%,

¹Sang Putra, Suharno Zein. “Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Serai (*Andropogon nardus*) Terhadap Mortalitas Hama Keong Mas (*Pomacea canaliculata* L.)”. “Jurnal Bioedukasi”. Vol.7, No.1, 2016. h.13

²Rina Widiana, Ramadhan Sumarmin. “Efek Toksik an Teratogenik Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Terhadap Sistem Reproduksi dan Embrio Mencit (*Mus musculus* L. Swiss Webster)”. “Jurnal” Bioconcetta STKIP PGRI Sumatera Barat Vol.2, No.1, 2016. h.3

³Harwoko, Nur Amalia Choironi. “Standarisasi Kualitas Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa*)”. “Jurnal” Obat Tradisional. Vol.21, No.1, 2016. h.9

⁴Risma Marisi Tambunan, Yesi Desmiati, Kunthi Wida K.K. “Uji Pendahuluan Sitotoksik dan Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Annona muricata* Linn.) dan Batang Brotowali (*Tinospora crispa*)”. “Seminar Nasional” Pokjanas Fakultas Farmasi Universitas Pancasila. 2012. h.6

alkaloid, steroid/terpenoid, saponin serta tanin 1,08%,⁵ selain itu rimpang kunyit juga mengandung kurkumin 10,92%⁶ dan minyak atsiri 4-5% yang terdiri dari 60% senyawa keton seskuiterpen berupa ar-turmeron.

Senyawa aktif yang terdapat dalam campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dapat memberikan respons terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.). Pemberian ekstrak pada daun sawi tidak mengakibatkan kematian langsung pada ulat krop, namun memberikan pengaruh pada daya tahan tubuh, sistem saraf dan terganggunya sistem pernapasan. Ketika ada zat asing disekitar lingkungan hidupnya ulat akan mendeteksi zat-zat tersebut kemudian berusaha mempertahankan dirinya agar tidak terkontaminasi dari zat-zat yang bersifat racun.

Setelah daun sawi caisim diberikan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit, ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) memberikan respon dengan berusaha menaiki dinding toples yang disediakan, hal ini dilakukan untuk memperoleh udara bersih dan terbebas dari senyawa yang terkandung pada ekstrak yang diberikan. Respons ini terjadi karena senyawa-senyawa tersebut dapat bersifat sebagai racun kontak dan racun perut bagi ulat. Sebagai racun kontak, akan terjadi mortalitas pada larva *C.pavonana* F. Namun cara kerja racun kontak ini tidak dapat menunjukkan mortalitas larva uji yang tidak bersentuhan dengan ekstrak secara langsung, sehingga larva tersebut masih bisa memakan daun sawi caisim. Sebagai racun perut, ekstrak meracuni ulat krop setelah ulat

⁵Sry Agustina, Ruslan, Agrippina Wiraningtyas. "Skrining Fitokimia Tanaman obat Di Kabupaten Bima". "Jurnal" Cakra Kimia, MIPA STKIP Bima. Vol.4, No.1, 2016. h.74

⁶ Luthfi Suhendra. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bubuk Kunyit (*Curcuma domestica* Val)." "Jurnal" Agrotechno, Universitas Udayana. Vol.2, No.2, 2017. h.237

tersebut memakan daun caisim, sehingga daun sawi caisim tetap mengalami kerusakan dan setelahnyaterjadi mortalitas pada ulat tersebut.

Namun setelah 24 jam setelah perlakuan, terdapat pengaruh yang jelas pada ekstrak campuran batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas larva *C.pavonana* F. yaitu dengan kematian beberapa ekor ulat dari total keseluruhan ulat pada tiap toples perlakuan. Gejala larva *Crocodolomia pavonana* F. yang terpapar campuran ekstrak campuran batang brotowali dan rimpang kunyit, ditandai dengan gerakannya yang semakin menjadi lambat, menurunnya aktivitas makan, dan semakin lama tidak mampu bergerak (mati). Tubuh larva mengalami pergantian menjadi kuning kecokelatan sampai berubah menjadi kehitaman dan terlihat menyusut. Hal ini dianggap terjadi karena adanya pengendapan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit yang ditemukan pada permukaan daun sawi yang dimakan oleh larva. Semakin banyak konsentrasi ekstrak pada permukaan daun sawi yang dimakan oleh larva *C.pavonana* F. maka semakin banyak pula endapan ekstrak yang masuk kedalam tubuh larva. Hal ini membuat larva menjauhi daun sawi dan menyebabkan menurunnya aktivitas makan. Selain itu senyawa saponin dan tanin yang terdapat pada campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit juga dapat menyebabkan tubuh larva menjadi susut dan menghitam.

Berbagai konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) terhadap mortalitas larva *C.pavonana* F.memperlihatkan bahwa semakin banyak takaran dosis campuran ekstrak batang brotowalidan rimpang kunyit, maka semakin besar tingkat mortalitas ulat krop.

Hal ini karena semakin besar konsentrasi ekstrak maka semakin banyak senyawa-senyawa yang terkandung didalamnya, seperti alkaloid, tinokrisposid, triterpenoid, flavonoid, saponin, minyak atsiri dan tanin yang terserap ke dalam tubuh ulat krop dan menyebabkan pertumbuhan larva menjadi terhambat. Hal ini sesuai dengan pendapat Sutoyo dan Wirioadmodjo (1997) bahwa semakin meningkatnya konsentrasi maka jumlah racun yang terkena tubuh serangga juga mengalami peningkatan, sehingga dapat menyebabkan terhambatnya pertumbuhan dan mortalitas serangga yang semakin meningkat.⁷ Khususnya hormon utama serangga, yaitu hormon otak yang menyerang sistem saraf, hormon edikson yang menghambat proses ganti kulit (*molting*) pada ulat, dan hormon pertumbuhan sehingga metabolisme ulat tmenjadi terganggu dan dapat mengakibatkan kematian.

Senyawa-senyawa aktif yang terdapat dalam batang brotowali dan rimpang kunyit tersebut memasuki tubuh serangga sebagai racun perut karena pemberian larutan campuran ekstrak dengan metode celup (*leaf dipping methods*) pada bahan makanan serangga sehingga kandungan zat aktif dalam larutan ekstrak memasuki saluran pencernaan bersamaan dengan makanan. Senyawa aktif memasuki saluran pencernaan bagian tengah yaitu organ pencernaan utama serangga yang dapat membuat nutrisi terserap dan menyekresi enzim-enzim pencernaan Oleh karena itu, penyerapan makanan yang tercemar oleh senyawa aktif akan lebih besar terjadi pada saluran tersebut, jika saluran ini rusak maka aktivitas enzim-enzim

⁷Dwi Indah Prawesti. "Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crocicidolomia binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)". "Jurnal". Vol. 6, No.8, 2017. h.502

tersebut akan mengalami gangguan dan proses pencernaan tidak ideal dan terjadi kematian.

Pada batang brotowali terkandung senyawa alkaloid yang memiliki sifat sebagai racun aktif yang dapat membuat sistem syaraf menjadi rusak, mengganggu pernapasan dan merusak kemampuan reproduksi, sehingga penggunaan ekstrak ini mampu membasmi larva. Menurut latupeirissa (2005) alkaloid ialah suatu zat yang juga berfungsi sebagai insektisida. Alkaloid juga bisa menunjukkan kelumpuhan yang dapat menyebabkan serangga menjadi lumpuh, membuat sistem saraf pusat serta feses dan urin produksinya menjadi terganggu. Alkaloid yang terlalu banyak dapat mengakibatkan kacaunya sistem penghantar impuls ke sel-sel otot yang membuat larva menjadi kejang secara berkelanjutan dan akibatnya terjadi kelumpuhan, jika keadaan ini terjadi terus-menerus bisa mengakibatkan ulat menjadi mati.

Tinokrisposid yang terkandung pada batang brotowali merupakan senyawa yang mempunyai rasa sangat pahit sehingga hewan sangat tidak menyukainya.. Senyawa metabolik tertelan bersama makanan yang dimakan oleh larva yang berada pada fase aktif makan. Rasa pahit tersebut bisa mengakibatkan lambung menjadi iritasi. Penyerapan tinokrisposid didalam usus larva dapat membuat kerja enzim pencernaan menjadi terhambat serta mengakibatkan rusaknya sel-sel pada saluran pencernaan larva dan akibatnya sel-sel akan terpisah sehingga menyebabkan kematian pada larva. Selain itu juga batang brotowali mengandung

glikosida pikroretosid, dari fraksi glikosida ini memproduksi minyak atsiri yang terkandung senyawa antiserangga.⁸

Senyawa triterpenoid mengalami penyerapan pada saluran pencernaan tengah yang mempunyai fungsi sebagai tempat penghancuran makanan dengan bantuan enzim. Masuknya senyawa ini menyebabkan terjadinya gangguan sekresi enzim-enzim pencernaan, jika enzim-enzim pencernaan tidak ada pencernaan metabolisme pencernaan akan mengalami gangguan. Jika hal ini berlangsung secara berkelanjutan maka dapat mengakibatkan larva mengalami kematian karena kekurangan nutrisi untuk kelangsungan hidupnya. Senyawa ini juga bersifat sebagai *repelence* yang mempunyai bau menyengat dan mengakibatkan larva menjadi tidak ingin makan.

Senyawa saponin masuk tubuh larva melalui kulit dengan proses adhesi dan dapat menyebabkan efek sistemik. Masuknya senyawa tersebut melalui epikutikula larva, melewati jaringan dibawah kulit menuju daerah sasaran. Masuknya saponin menyebabkan zat lilin pada lapisan kutikula menjadi rusak sehingga larva menjadi mati dan mengalami dehidrasi. Saponin juga mampu membuat tegangan permukaan menjadi rendah yaitu terhubungnya saponin dan membran sel karena sifat aktif saponin pada permukaan sel, sehingga saponin bisa berikatan dengan fosfolipid dan kolesterol yang menyebabkan permeabilitas membran sitoplasma terganggu dan dapat membuat materi intraseluler menjadi bocor dan mengakibatkan sel menjadi lisis. Jika terjadi lisis sel maka jaringan-jaringan yang terdapat pada sel mengalami kerusakan dan tidak mampu

⁸Agustiani dumeva, Syarifah, Syahidah Fitriah. “Pengaruh Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa*) terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*” “Jurnal Biota” UIN Raden Fatah Vol.2, No.2,2016. h.171

berhubungan dengan jaringan lain. Hal ini bisa menyebabkan metabolisme sel menjadi terhenti dan larva mengalami kematian.

Saponin juga bisa memasuki tubuh larva melalui bahan makanan yaitu daun sawi caisim yang telah di celupkan ekstrak. Bahan makanan ini dapat mempengaruhi proses biologi dan metabolisme zat nutrisi dengan cara produktivitas kerja enzim kimotripsin yang terhambat dan dapat menyebabkan sistem pencernaan larva menjadi terganggu, perkembangannya menjadi terhambat dan pada akibatnya mengalami kematian. Senyawa ini juga dapat membuat penurunan aktivitas enzim protease pada saluran pencernaan serta membuat penyerapan makanan terjadi gangguan.⁹

Senyawa minyak atsiri memiliki turunan senyawa aktif berupa terpenoid atau terpena yang berupa senyawa monoterpen dan senyawa seskuiterpen. Senyawa seskuiterpen pada rimpang kunyit yaitu *ar-turmerone*. Senyawa *ar-turmerone* pada minyak atsiri rimpang kunyit berperan sebagai penghambat aktivitas makan pada serangga (*antifeedant*). Senyawa ini akan menyebabkan organ perasa menjadi terganggu, sehingga larva tidak bisa melakukan aktivitas makan seperti biasa.. Rendahnya aktivitas makan pada larva dapat menyebabkan berkurangnya energi yang digunakan untuk perkembangan larva, sehingga proses pertumbuhan larva menjadi terhambat.¹⁰ Minyak atsiri juga memberikan pengaruh terhadap serangga melewati pernafasan, makanan atau absorpsi melalui kulit.¹¹

⁹Nina Nurul Hidayati, dkk. “Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis”. “Jurnal” FMIPA Universitas Negeri Semarang Vol. 2, No.1, 2013. h.98

¹⁰Dono, D. Ismayana, S dkk. “Status dan Mekanisme Resistensi Biokimia *Crociodolomia pavonana* (F.) (*Lepidoptera:Crambidae*) terhadap Insektisida Organofosfat serta Kepekaannya

Senyawa flavonoid pada rimpang kunyit memiliki peran sebagai sebagai racun pernafasan. Senyawa bioaktif lain yang terdapat dalam ekstrak rimpang kunyit yang dapat mematikan larva yaitu tanin. Senyawa ini memiliki fungsi sebagai racun pencernaan. Mekanisme tanin sebagai zat antimakanyaitu dapat membuat proses pencernaan makanan mengalami penurunan yaitu dengan menghambat kerja enzim protease. Hal ini menyebabkan proteosa, pepton dan polipeptida tidak bisa berubah menjadi asam amino. Pembentukan asam amino yang mengalami penurunan ini menyebabkan tidak dapat berlangsungnya sintesis protein dan tidak terbentuknya ATP sehingga menjadikan larva kurang energi dan membuat larva mengalami kematian. Senyawa tanin mempunyai rasa yang pahit, tajam dan mampu membuat iritasi pada lambung jika termakan oleh serangga.¹² Senyawa tanin mempunyai fungsi sebagai zat astringent, yaitu suatu senyawa kimia yang dapat membuat jaringan menjadi susut dan membuat struktur protein pada kulit dan mukosa menjadi terdegradasi. Zat inilah yang diduga dapat membuat jaringan pada kulit ulat mengalami pengerutan dan kering, karena tubuh larva yang mengalami kematian memperlihatkan ciri-ciri mengering, warna menghitam serta ukuran tubuhnya menyusut dan mengecil.¹³

terhadap Insektisida Botani Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica*". "Jurnal" Fakultas Pertanian UNPAD. Vol.7 No.1, 2010. h.21

¹¹Rodiah Balfas, Tri Lestari M. "Pengaruh Minyak Atsiri Terhadap Mortalitas dan Penghambatan Peneluran *Crocidolomia pavonana* F." "Jurnal Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat". Vol. 27, No. 1, 2016. h.89

¹²Yunita, E.A. Nanik Heru S. Jafron Wasiq Hidayat. " Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes Aegepty*. "Jurnal Bioma" Vol.11 No.1, 2009. h.11 et seqq

¹³ Henik Sukorini. "Pengaruh Pestisida Organik dan Interval Penyemprotan Terhadap Hama *Plutella xylostella* Pada Budidaya Kubis Organik". "Jurnal" Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang. Vol. 2, No.1, 2016. h.12

Pada pengamatan setelah 24 jam aplikasi, larva *C.pavonana* F. terlihat masih melakukan aktivitas makan pada setiap toples dengan konsentrasi berbeda. Tingkat aktivitas makan larva juga dapat mempengaruhi mortalitas larva *C.pavonana* F. Hasil uji aktivitas makan ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) yang paling tinggi yaitu pada konsentrasi 0% dan yang paling rendah yaitu pada konsentrasi 55%. Berdasarkan hasil uji pada tabel 10. Hambatan makan ulat krop tertinggi yaitu pada konsentrasi 55% dan terendah pada konsentrasi 0%.

Pada perlakuan konsentrasi yang rendah, intensitas rusaknya daun sawi cenderung tinggi daripada pada perlakuan pada konsentrasi yang lebih tinggi. Terlebih pada perlakuan kontrol (P0) karena tidak diberikan takaran dosis campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit, kerusakan daun sawi cenderung lebih tinggi daripada kerusakan daun sawi yang diberikan perlakuan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit. Rusaknya tanaman sawi mengalami penurunan seiring dengan peningkatan konsentrasi ekstrak yang diberikan. Hal ini berkaitan dengan senyawa metabolit sekunder yang semakin banyak terkandung. Senyawa yang terkandung pada ekstrak tersebut memberikan pengaruh terhadap larva *C.pavonana* F. sehingga mengakibatkan pencernaan larva mengalami gangguan yang disebabkan racun yang terkandung pada campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit, kemudian larva tidak dapat mengenali sawi sebagai makanannya karena sawi tersebut sudah terserap ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit. Larva tidak mau makan, lalu menjadi lemas dan akibatnya menjadi mati. Karena larva yang mati banyak, maka hanya sedikit daun sawi yang menjadi rusak.

Berdasarkan ketentuan efektivitas yang dikeluarkan oleh Direktorat Pupuk dan Pestisida Departemen Pertanian dapat diketahui bahwa campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit memberikan pengaruh pada mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.) karena dapat menunjukkan tingkat mortalitas dan hambatan aktivitas makan yang efisien. Pemakaian campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit dapat digunakan sebagai alternatif pestisida nabati yang lebih aman untuk manusia, hewan dan lingkungan.

C. Hasil Penelitian Sebagai Sumber Belajar

Ilmu Pengetahuan Alam (IPA) yaitu suatu cara untuk mengetahui tentang alam secara sistematis untuk menguasai himpunan pengetahuan yang berbentuk fakta, konsep, prinsip, dan proses penemuan serta mempunyai sikap ilmiah. IPA merupakan suatu kumpulan teori yang bersifat sistematis. Secara umum penerapan IPA terbatas pada gejala-gejala alam, tumbuh dan mengalami perkembangan melalui metode ilmiah seperti percobaan dan pengamatan serta menuntut sikap ilmiah seperti adanya keingintahuan, keterbukaan, kejujuran dan lainnya. Biologi adalah suatu mata pelajaran yang termasuk pada kelompok ilmu pengetahuan alam (IPA). Sehubungan dengan itu pembelajaran biologi menekankan peserta didik dapat menjelajahi dan memahami alam sekitar dengan cara yang ilmiah. Pembelajaran biologi mengarahkan untuk mencari tahu dan berbuat sehingga dapat membantu peserta didik untuk mendapatkan pemahaman yang lebih mendalam tentang dirinya sendiri dan alam sekitar secara ilmiah yang dikembangkan melalui kemampuan berpikir analitis, induktif, dan deduktif untuk

menyelesaikan masalah yang berkaitan dengan peristiwa alam sekitar. Salah satu konsep pada mata pelajaran biologi adalah materi ekosistem.

Dari hasil penelitian pengaruh campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) sebagai insektisida nabati, dapat diketahui bahwa campuran kedua ekstrak ini memperlihatkan pengaruh yang positif terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crociodolomia pavonana* F.) instar III pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.). Hal ini perlu dikenalkan kepada peserta didik jenjang SMA untuk bisa mengetahui insektisida yang tepat untuk membunuh hama pada tanaman.

Insektisida yang selama ini dipasarkan banyak dipakai masyarakat untuk mengendalikan hama pada tanaman sebagian besar adalah insektisida sintetis. Penggunaan insektisida sintetis yang tidak memenuhi aturan yang di berlakukan bisa menimbulkan bahaya pada kesehatan masyarakat dan lingkungan diantaranya resistensi dan resurgensi, terbunuhnya organisme berguna, pencemaran lingkungan dan kesehatan manusia (keracunan akut atau kronis). Residu insektisida (pestisida) sangat berbahaya bagi kesehatan manusia karena dapat mengakibatkan penyakit kanker, ginjal, mutasi genetik dan lain-lain.

Pada proses Kegiatan Belajar Mengajar (KBM), pendidik perlu memiliki pendekatan dalam proses pembelajaran, agar peserta didik bisa mendalami materi yang disampaikan oleh pendidik dan dapat membuat pola pikir peserta didik tersebut, sehingga peserta didik secara aktif dapat menerapkan atau menemukan sendiri ide-idenya. Kegiatan pembelajaran menurut silabus yaitu:

1. Mendiskusikan tentang keterkaitan antara kegiatan manusia dan pelestarian lingkungan serta pencemaran lingkungan untuk mengidentifikasi hama dan penyakit pada tumbuhan.
2. Menampilkan gambar dan video mengenai jenis-jenis hama dan penyakit pada tumbuhan dan kemudian dihubungkan dengan kegiatan manusia yang dapat mengakibatkan pencemaran lingkungan.



BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari hasil penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa pengaplikasian campuran ekstrak batang brotowali (*Tinospora crispa*) dan rimpang kunyit (*Curcuma domestica*) berpengaruh terhadap mortalitas dan aktivitas makan ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.) pada tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.). Semakin tinggi konsentrasi campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit, maka semakin tinggi tingkat mortalitas dan hambatan makan serta terjadi penurunan aktivitas makan pada ulat krop (*Crocidolomia pavonana* F.). Konsentrasi campuran ekstrak yang paling efektif untuk mengukur tingkat mortalitas dan daya hambat aktivitas makan ulat krop yaitu pada konsentrasi 55%.

B. Saran

Bagi para peneliti lainnya perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang kemampuan campuran ekstrak batang brotowali dan rimpang kunyit terhadap mortalitas dan aktivitas makan hama spesies ulat atau serangga lainnya, serta penelitian lebih lanjut untuk mengetahui senyawa metabolit sekunder tumbuhan yang paling banyak terkandung pada batang brotowali dan rimpang kunyit sebagai pestisida nabati.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidzar, M. Djoko Priyono. 2010. "Aktivitas Insektisida Ekstrak Daun dan Biji *Tephrosia vogelii* J.D.Hooker (Leguminosae) dan Ekstrak Buah *Piper cubeba* L. (Piperaceae) Terhadap Larva *Crocidolomia pavonana* F. (Lepidoptera:Crambidae)". "Jurnal" HPT Tropika. Vol.10, No.1.
- Afina Maryam Pratiwi. 2016. "Daya Bunuh Ekstrak Rimpang Kunyit (*Curcuma domestica* Val) Terhadap Kematian Larva *Aedes aegypti*". "Skripsi" Ilmu Kesehatan Masyarakat Universitas Negeri Semarang.
- Agustiani dumeva, Syarifah, Syahidah Fitriah. 2016. "Pengaruh Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa*) terhadap kematian larva nyamuk *Aedes aegypti*". "Jurnal" UIN Raden Fatah. Vol.2, No.2.
- Arif Bayu Satria. 2014. "Pengembangan Potensi Daun dan Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Sebagai Insektisida Alami Untuk Pengendalian Hama Wereng Coklat Pada Tanaman Padi (*Oriza Sativa* L.)". "Jurnal" FMIPA Universitas Negeri Semarang.
- Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian. 2014. "Pembuatan dan Manfaat Pestisida Nabati" tersedia di: <http://kalteng.litbang.pertanian.go.id/>
- Budianto F, Tukiran. 2012. "Bioinsektisida dari Tumbuhan Bakau Merah (*Rhizophora stylosa*.Griff) (Rhizophoraceae)". "Jurnal" FMIPA UNESA.
- Cahyadi, R. 2009. "Uji Toksisitas Akut Ekstrak Etanol Buah Pare (*M.Charantia* L.) Terhadap Larva *Artemia salina* Leach dengan Metode *Brine Shrimp Lethality Test* (BST)". "Skripsi" Program Pendidikan Sarjana Fakultas Kedokteran UNDIP.
- Cahyaning Anggun. 2012. "Budidaya Tanaman Kunyit (*Curcuma domestica* Val) dan Khasiatnya Sebagai Obat Tradisional Di PT. Indmira Citra Tani Nusantara, Jl. Kaliurang KM. 16,3 Sleman Yogyakarta". "Tugas Akhir" Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret.
- Dadang, Djoko Priyono. 2011. "Pengembangan Teknologi Formulasi Insektisida Nabati Untuk Pengendalian Hama Sayuran Dalam Upaya Menghasilkan Produk Sayuran Sehat" "Jurnal" Ilmu Pertanian Indonesia. Vol.2 No. 2.
- Dadang. Ohsawa K. 2012. "Penghambatan Aktivitas Makan Larva *Plutella xylostella* L. (Lepidoptera: Yponomeutidae) Yang Diperlakukan Ekstrak Biji *Swietenia mahogani* Jacq (Meliaceae)". "Jurnal" Vol.2 No.2.

- Departemen Agama RI. 2006. “*Al-Qur'an dan Terjemahannya*”. (Surabaya: CV. Pustaka Agung Harapan).
- Dinata, A. “*Basmi Lalat Dengan Jeruk Manis*”. Tersedia di <http://arda.students.undip.ac.id/> Diunduh tanggal 28 maret 2018.
- Dono, D. Ismayana, S dkk. 2010. “Status dan Mekanisme Resistensi Biokimia *Crocodolomia pavonana* (F.) (*Lepidoptera:Crambidae*) terhadap Insektisida Organofosfat serta Kepekaannya terhadap Insektisida Botani Ekstrak Biji *Barringtonia asiatica*”. “*Jurnal*” Fakultas Pertanian UNPAD. Vol.7 No.1.
- Dora Fatma Nursanti. 2009. “Pengaruh pemberian pupuk organik terhadap pertumbuhan dan hasil tanaman sawi caisim (*Brassica juncea* L.)”. “*Jurnal*” Agrobisnis, Vol 1, No.1.
- Dwi Indah Prawesti. 2017. “Efektivitas Ekstrak Daun Kembang Bulan (*Tithonia diversifolia* (Hemsley) A. Gray) Sebagai Pestisida Nabati Pengendalian Hama *Crocidolomia binotalis* Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)”. “*Jurnal*”. Vol. 6, No.8.
- Eka P.Y.G Hemu, Hamsidar Hasan, Mohammad Adam Mustopa. 2015. “Uji Efektivitas Batang Brotowali (*Tinospora crispa* L.) Sebagai Insektisida Nabati Terhadap Serangga Kepinding Tanah (*Scitthophara coarctata*)”. “*Jurnal*”. Jurusan Farmasi, Universitas Negeri Gorontalo.
- Eni widiyati. 2006. “Penentuan Adanya Senyawa Triterpenoid dan Uji Aktivitas Biologis Pada Beberapa Spesies Tanaman Obat Tradisional Masyarakat Pedesaan Bengkulu”. “*Jurnal*” FMIPA Universitas Bengkulu. Vol. 2 No.1.
- Erdi Surya, Riska Zahara. 2016. “Pengaruh Ekstrak Daun Pepaya (*Carica papaya* L.) Terhadap Mortalitas Ulat Daun (*Plutella xylostella*) Pada Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.)”. “*Jurnal*” EduBio Tropika Universitas Serambi Mekkah. Vol 4. No.2.
- Fuat Fahrudin. 2009. “Budidaya Caisim (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Teh dan Pupuk Kascing”. “*Skripsi*” Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret
- Hartati, S.Y. 2012. “Prospek Pengembangan Minyak Atsiri Sebagai Pestisida Nabati”, “*Jurnal*” Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Vol.11, No. 1.
- Harwoko, Nur Amalia Choironi. 2016. “Standarisasi Kualitas Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora crispa*)”. “*Jurnal*” Obat Tradisional. Vol.21, No.1.

- Henik Sukorini. 2016. "Pengaruh Pestisida Organik dan Interval Penyemprotan Terhadap Hama *Plutella xylostella* Pada Budidaya Kubis Organik". "*Jurnal*" Fakultas Pertanian, Universitas Muhammadiyah Malang. Vol. 2, No.1.
- Herminanto. 2006. "Pengendalian Hama Kubis *Crocicidolomia pavonana* F. Menggunakan Ekstrak Kulit Buah Jeruk ". "*Jurnal*" Pembangunan Pedesaan. Vol. 6, No.3.
- Jalalayn. *Tafsir Al-Qur'an* (On-Line), tersedia di <http://tafsirq.com/105-Al-Fil'/ayat-5.2015>
- Indra Hidayat Zahmi Aziz. 2016. "Uji Aktivitas Anti Bakteri Ekstrak N-Heksana Batang Brotowal (*Tinospora crispa*) Terhadap Beberapa Bakteri Patogen". "*Skripsi*". Fakultas Ilmu Kedokteran dan Ilmu Kesehatan UIN Alaudin Makassar.
- Kalbi Rikardo, dkk. 2018. "Toksisitas Ekstrak Biji Pinang (*Areca catechu* L.) Terhadap Ulat Krop Kubis (*Crocicidolomia pavonana* F.) Di Laboratorium". "*Jurnal*" Agrotek Tropika. Vol.6, No.1.
- Kartasapoetra. 2004. "*Budidaya Tanaman Berkhasiat Obat*" (Jakarta: Rineka Cipta).
- Khaeriyah. 2007. "Pengaruh Konsentrasi Ekstrak Batang Brotowali (*Tinospora Crispa*) Terhadap Jumlah Nyamuk *Aedes Aegypti* Yang Hinggap Pada Tangan Manusia". "*Skripsi*" Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Luthfi Suhendra. 2017. "Aktivitas Antioksidan Ekstrak Bubuk Kunyit (*Curcuma domestica* Val)." "*Jurnal*" Agrotechno, Universitas Udayana. Vol.2, No.2.
- Marry Louise Flint, Robert Van Den Bosch. 1990. "*Introduction to Integrated pest managemant*". Terjemahan Kartini Indah K, John Priyadi (Yogyakarta: Kanisius).
- Muharni, Elfita, Masyita. 2015. "Isolasi Senyawa Metabolit Sekunder Dari Ekstrak n-Heksana Batang Tumbuhan Brotowali (*Tinospora crispa* L.)". "*Jurnal*" Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Sriwijaya. Vol.10, No.1.
- Nina Nurul Hidayati, dkk. 2013. "Pengaruh Ekstrak Daun Suren dan Daun Mahoni terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Daun (*Plutella xylostella*) pada Tanaman Kubis". "*Jurnal*" FMIPA Universitas Negeri Semarang Vol. 2, No.1.

- Noorbetha Julaily, dkk. 2013. "Pengendalian Hama Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Menggunakan Ekstrak Daun Pepaya (*Carica Papaya* L.)". "Jurnal" Protobiont. Vol.2, No.2.
- Quraish, Shihab. *Tafsir Al-Qur'an* (On-Line), tersedia di <http://tafsirq.com/26-Asy-syu'ara'/ayat-7.2015>
- Rahmat Rukmana. 1994. "Kunyit". (Yogyakarta: Kanisius).
- Raymond Chang. 2004. "Kimia Dasar Konsep-Konsep Inti Edisi Ketiga Jilid 1". (Jakarta: Erlangga).
- Risma Marisi Tambunan, Yesi Desmiati, Kunthi Wida K.K. 2012. "Uji Pendahuluan Sitotoksik dan Antioksidan Ekstrak Etanol Daun Sirsak (*Anonna muricata* Linn.) dan Batang Brotowali (*Tinospora crispa*)". "Seminar Nasional" Pokjanas Fakultas Farmasi Universitas Pancasila.
- Rodhiyah Eka Septian, dkk. 2013. "Pengaruh Kombinasi Ekstrak Biji Mahoni dan Batang Brotowali Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Ulat Grayak pada Tanaman Cabai Rawit". "Jurnal" FMIPA Universitas Negeri Surabaya. Vol.2, No.1.
- Rodiah Balfas, Tri Lestari M. 2016. "Pengaruh Minyak Atsiri Terhadap Mortalitas dan Penghambatan Peneluran *Crocidolomia pavonana* F." "Jurnal" Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat. Vol. 27, No. 1.
- Retno Adriyani. 2006. "Usaha Pengendalian Pencemaran Lingkungan Akibat Penggunaan Pestisida Pertanian". "Jurnal" Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Airlangga. Vol. 3, No.1.
- Rina Widiana, Armein LZ. 2012. "Kepadatan Populasi Ulat Krop (*Crocidolomia binotalis* Zell.) Pada Tanaman Kubis (*Brassica oleraceae* L.) di Kanagarian Alahan Panjang Kecamatan Lembah Gumanti Kabupaten Solok". "Jurnal" Ekotrans. Vol.12, No.1.
- Sang Putra, Suharno Zein. 2016. "Pengaruh Variasi Konsentrasi Ekstrak Serai (*Andropogon nardus*) Terhadap Mortalitas Hama Keong Mas (*Pomaceacaniculata* L.)". "Jurnal" Bioedukasi. Vol.7, No.1.
- Sartono Joko Santosa. 2001. "Pengendalian Ulat Daun Sawi (*Crocidolomia binotalis* Zell.) Dengan Insektisida Organik". "Jurnal" Innofarm. Vol.10, No.1.

- Suhartini, IGP Suryadarma, Budiwari. 2017 “Pemanfaatan Pestisida Nabati Pada Pengendalian Hama *Plutella xylostella* Tanaman Sawi (*Brassica juncea* L.) Menuju Pertanian Ramah Lingkungan”. “*Jurnal*” Sains Dasar FMIPA UNY. Vol.6, No.1.
- Supriadi. 2013. “Optimasi Pemanfaatan Beragam Jenis Pestisida Untuk Mengendalikan Hama dan Penyakit Tanaman”. “*Jurnal*” Penelitian dan Pengembangan Pertanian Vol 32, No 1.
- Sry Agustina, Ruslan, Agrippina Wiraningtyas. 2016. “Skrining Fitokimia Tanaman Obat Di Kabupaten Bima”. “*Jurnal*” Cakra Kimia, MIPA STKIP Bima. Vol.4, No.1.
- TribunJabar. (On-Line), tersedia di <http://Jabar.tribunnew.com/2015/05/21>
- Tri Kusumastuti, C. 2014. “Pengujian Beberapa Jenis Insektisida Nabati Terhadap Mortalitas dan Aktivitas Makan Hama Ulat Daun (*Plutella xylostella* L.)” “*Jurnal*” Agroteknologi. Vol.1, No.1.
- Yan Yanuar S, Dadang Djoko Priyono. 2013. “Aktivitas Insektisida Ekstrak Buah *Piper aduncum* L. (Piperaceae) dan *Sapindus rarak* DC. (Sapindaceae) Serta Campurannya Terhadap Larva *Crocidolomia pavonana* F.) (Lepidoptera: Crambidae)”. “*Jurnal*” Entomologi Indonesia. Vol. 10, No.1.
- Yunita, E.A. Nanik Heru S. Jafron Wasiq Hidayat. 2009. “Pengaruh Ekstrak Daun Teklan (*Eupatorium riparium*) terhadap Mortalitas dan Perkembangan Larva *Aedes Aegypti*”. “*Jurnal*” Bioma Vol.11 No.1.